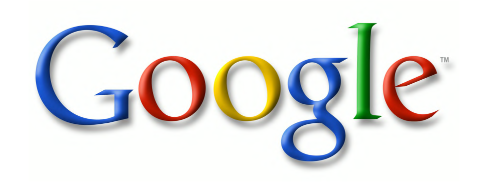
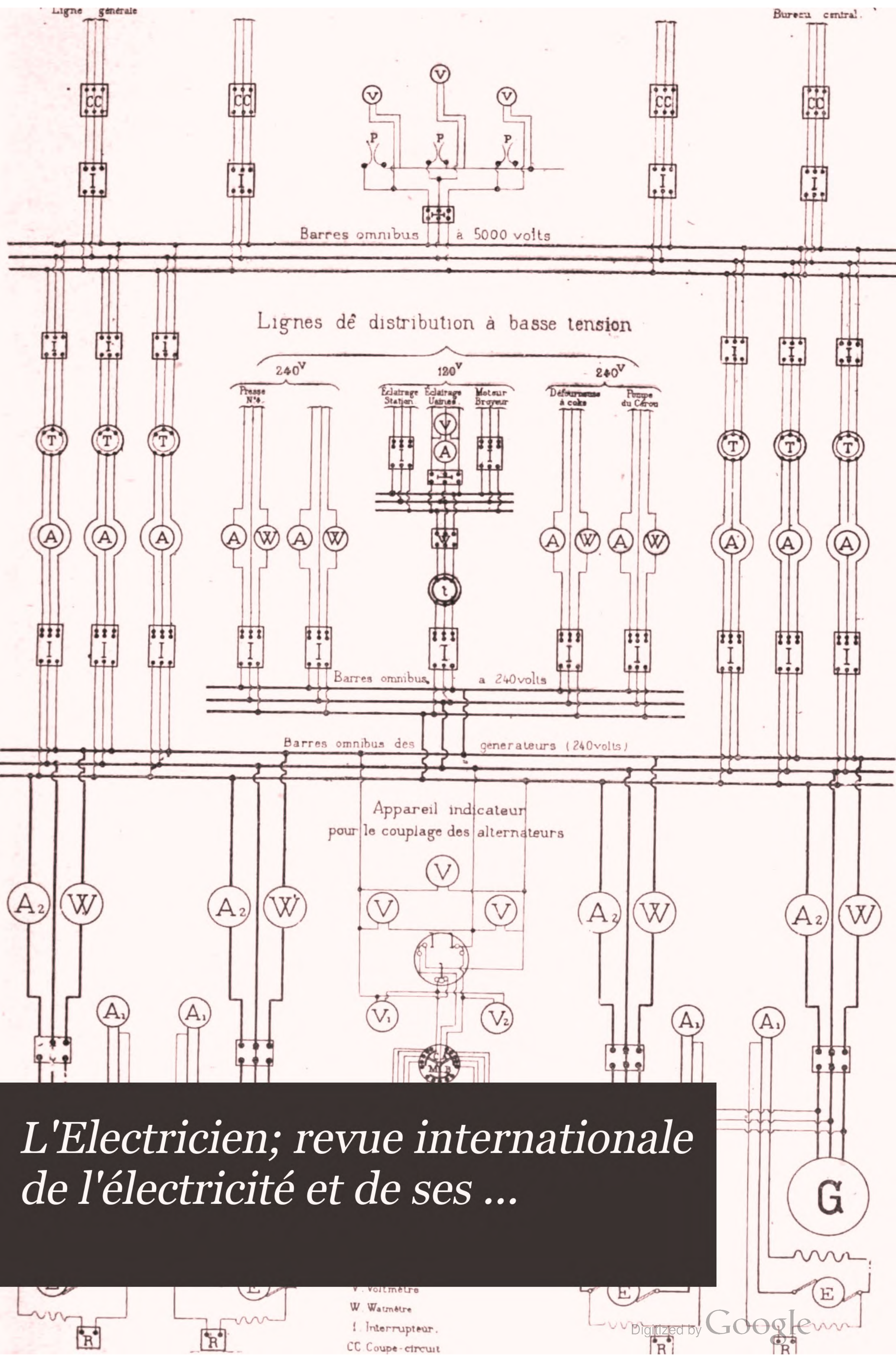



Ligne générale
Bureau central.
Barres omnibus à 5000 volts
Lignes de distribution à basse tension
240V
120V
240V
Presse N°4.
Eclairage Station
Eclairage Usines
Moteur Broyeur
Défourneuse à coke
Pompe du Céron
Barres omnibus à 240 volts
Barres omnibus des generateurs (240 volts)
Appareil indicateur
pour le couplage des alternateurs
V. Voltmètre
W. Watmètre
I. Interrupteur.
CC Coupe-circuit

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS

VINGT ET UNIÈME ANNÉE

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

DEUXIÈME SÉRIE

TOME VINGT ET UNIÈME

JANVIER — JUIN 1901

PARIS (5e)

L. DE SOYE ET FILS, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1901

2e SÉRIE. — TOME XXI. VINGT ET UNIÈME ANNÉE. — N° 523 5 Janvier 1901.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité
et de ses Applications

POTENTIOMÈTRE J. CARPENTIER

Dans cet instrument, on a réalisé, tout d'abord, une disposition d'ensemble très pratique et qui offre l'avantage de prévenir toute chance d'erreur dans les manipulations.

La résistance du circuit potentiométrique reste parfaitement constante lorsqu'on fait varier celle du circuit de compensation qui le shunte partiellement.

Cette condition, indispensable pour que le tarage une fois effectué se conserve, est réalisée avec le minimum des bobines. La figure 1

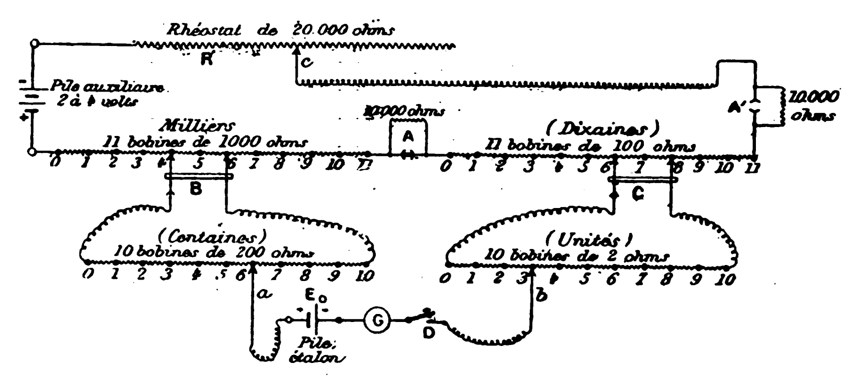


Fig. 1. — Principe du potentiomètre Carpentier.

montre le principe de la disposition adoptée.

Le circuit potentiométrique a une résistance totale voisine de 20 000 ohms, mais qui peut être portée à 40 000 ohms, lorsque la pile constante auxiliaire a deux éléments au lieu d'un.

Ce circuit comprend, comme partie invariable, une série B de 11 bobines de 1000 ohms, une série C de 11 bobines de 10 ohms et une bobine de 10 000 ohms qu'on peut intercaler en A, entre les séries B et C ou en A' extérieurement à ces séries.

La partie variable du circuit potentiométrique est constituée par un rhéostat R de 20 000 ohms, dont la résistance utilisée peut varier ohm par ohm.

La série B est munie d'un curseur bipolaire B qui permet d'en shunter deux bobines consécutives quelconques par une série de 10 bobines de 200 ohms.

La résistance totale de la série B est ainsi ramenée à 10 000 ohms au lieu de 11 000.

La même disposition se retrouve pour la série C dont deux bobines consécutives sont toujours shuntées par un ensemble de 10 résistances de 2 ohms.

La résistance totale de la série C se réduit donc à 100 ohms.

Le circuit de compensation comprend, monté en série, la pile étalon E_0, le galvanomètre G et l'interrupteur à clé D. Il est dérivé par les curseurs B, C sur le circuit potentiométrique. Entre les points B et C, la résistance peut varier ohm par ohm depuis 0 jusqu'à 20000 ohms.

Voici comment s'obtient cette variation :

En agissant sur le curseur b on introduit les résistances par unités jusqu'à 10 ohms. Le curseur C permet les variations par dizaines, le curseur a par centaines et le curseur B par milliers d'ohms.

La variation par dizaine de mille est obtenue par la manœuvre de la cheville, placée en A ou A'.

Quand on enfonce la cheville en A, la résistance comprise entre les extrémités B, C du cir-

cuit de compensation peut atteindre 10100 ohms et on peut, lorsque l'instrument est taré, mesurer toute tension comprise entre 0 et 1 volt à 0 0001 près.

Si la cheville est introduite en A', la résistance entre B et C peut aller jusqu'à 20100 ohms et la mesure de tensions comprises entre 1,00 et 2,00 volts peut se faire avec la même approximation que dans le cas précédent.

La disposition qui consiste à shunter deux bobines consécutives quelconque d'une des séries B et C, par un groupe de bobines de même résistance, est celle du Pont de Thomson-Varley.

Elle procure l'invariabilité de résistance du circuit potentiométrique malgré le déplacement des curseurs B, a, C, *b*, et cela avec 43 bobines seulement dans l'appareil Carpentier.

La figure 2 montre le schéma des connexions du potentiomètre Carpentier.

Le rhéostat variable ohm par ohm, est représenté par R_1, R_2. Il se compose de quatre séries de résistances de 1000, 100, 10 et 1 ohms aboutissant à des plots disposés en cadrans sur lesquels glissent des manettes à contacts. La bobine de 10 000 ohms est fixée sur le plateau mobile d'un commutateur A A, A' A' qui peut tourner de 90° dans un sens ou dans l'autre.

Cette bobine relie les frotteurs *d d'* tandis que ceux marqués *e e'* sont en communication directe.

Il suffit donc d'une rotation d'un quart de tour du commutateur, pour que la bobine de 10 000 ohms se trouve intercalée en A ou en A'.

La résistance aux bornes de laquelle est branché le circuit de compensation s'apprécie facilement en observant le commutateur A A' et la position des divers curseurs, en suivant l'ordre A, B, a, C, *b*, qui correspond en ohms aux dizaines de mille, milliers, centaines, dizaines et unités.

P est la clé du galvanomètre, elle est à contacts successifs. Au repos, la clé est relevée; elle met le galvanomètre en court-circuit, ce qui est commode pour maintenir le spot lumineux au zéro lorsque le galvanomètre est du système Deprez-d'Arsonval. Le court-circuit cesse dès qu'on appuie sur la clé P.

Si on l'enfonce incomplètement, le galvanomètre se trouve intercalé dans le circuit de compensation, mais à travers une résistance de 100000 ohms, dite *résistance de protection.*

On évite par ce moyen de détériorer la pile étalon en la laissant débiter, lorsque le réglage du circuit de compensation n'est pas encore parfait. La résistance de protection est mise d'ailleurs en court circuit lorsque la clé P est abaissée à fond.

Le commutateur bipolaire MM' à manettes attelées, sert à introduire dans le circuit de compensation, l'élément étalon, une différence de potentiel inconnue *x* inférieure à 2 volts, ou enfin une autre X supérieure à 2 volts.

Dans ce dernier cas la source X débite sur une résistance R' dont une fraction déterminée est branchée sur le commutateur MM'.

Les plots sur lesquels glisse la manette du commutateur R' portent en chiffres gravés, les facteurs par lesquels il faut multiplier la tension indiquée par le potentiomètre pour avoir la valeur de X. Ces facteurs sont 3, 10, 30, 100 et 300.

Le potentiomètre permettant d'apprécier directement toute tension jusqu'à 2 volts, on place la manette du réducteur R' :

Sur le plot	3	pour X inférieur à	3 × 2 =	6 volts
—	10	—	10 × 2 =	20
—	30	—	30 × 2 =	60
—	100	—	100 × 2 =	200
—	300	—	300 × 2 =	600

La résistance totale du réducteur de tension R' est exactement de 300000 ohms, et la fraction comprise entre les plots + X — X du commutateur est nécessairement alors de 1 000 ohms.

Comme l'indique la figure 2, la pile constante auxiliaire, le galvanomètre, la pile étalon et la source *x* ou X dont on veut mesurer la tension, se branchent entre les bornes repérées qui leur sont réservées, en ayant bien soin de respecter les polarités marquées sur ces bornes.

Comme pile auxiliaire, on emploie un ou deux accumulateurs ayant donné leur coup de fouet par une décharge partielle préalable.

Tarage du potentiomètre. — On observe la température de la pile étalon et on se reporte à la table fournie avec cet élément de façon à connaître exactement sa force électro motrice dans les conditions de l'expérience. Soit 1,4341 volts la valeur trouvée.

On branche la pile étalon entre les bornes marquées étalon sur le potentiomètre, puis on fait indiquer 1,4341 aux commutateurs et curseurs du circuit de compensation.

La résistance de 10000 ohms est intercalée en A (fig. 1) et les curseurs B, a, C, *b*, sont respectivement placés sur les plots 4, 3, 4, 1.

Le commutateur bipolaire MM' est amené sur les plots « étalon » et le rhéostat R_1 R_2 manœuvré comme suit :

Supposons que la pile auxiliaire comprenne deux éléments et soit 3 volts environ sa tension.

Le circuit potentiométrique doit avoir une résistance totale voisine de 30 000 ohms. Or il comprend déjà une résistance fixe de 20 100 ohms. Le rhéostat R_1 R_2 devra fournir le complément, soit environ 9900 ohms.

On place sur les plots 0 les manettes des milliers et des centaines des cadrans de gauche du rhéostat R_1 et on appuie légèrement sur la clé P du galvanomètre de façon à laisser en circuit la résistance de protection.

S'il se produit une déviation, on déplace les manettes des cadrans de droite R_2 en opérant méthodiquement comme dans les mesures de résistance et en appuyant sur la clé après chaque déplacement donné à une des manettes du rhéostat. On arrive ainsi à la compensation qui devient rigoureuse lorsque le galvanomètre cesse de dévier, même quand on appuie à plusieurs reprises et à fond sur la clé P.

A ce moment, la différence de potentiel est juste de 0,0001 volt aux bornes de chaque ohm du circuit potentiométrique.

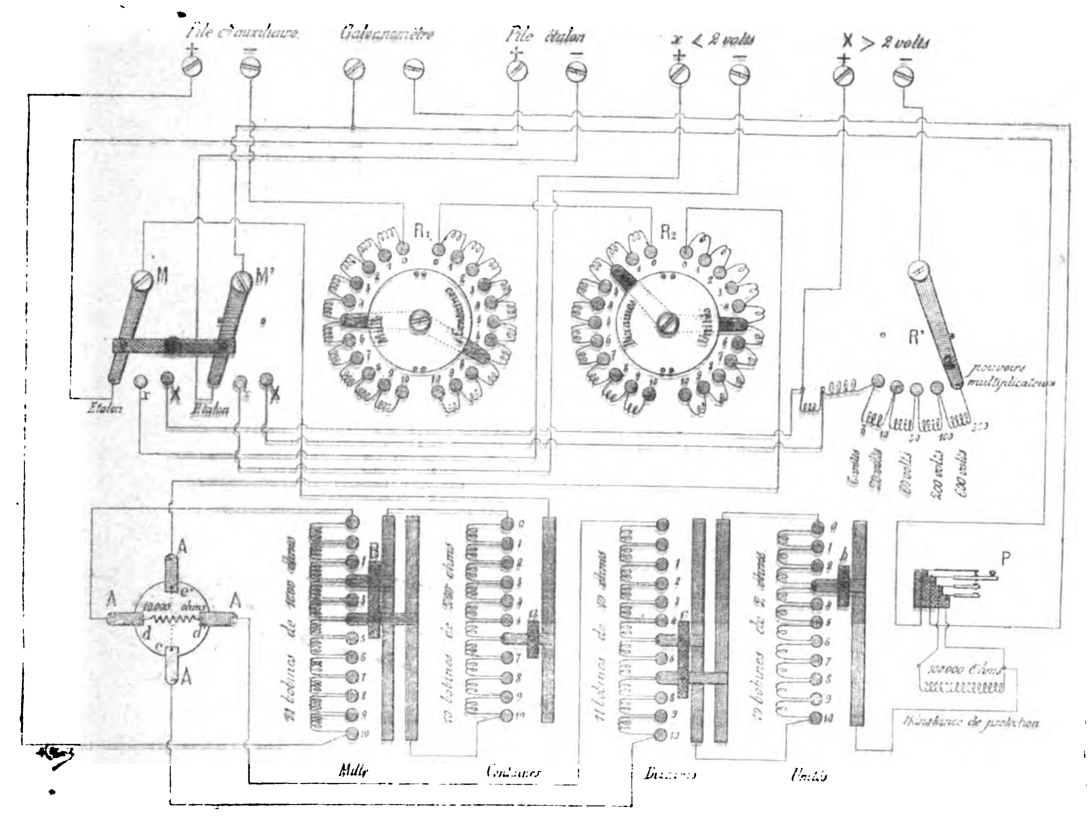


Fig. 2. — Schéma des connexions du potentiomètre Carpentier.

L'instrument est taré et *on a soin de ne plus toucher aux manettes du rhéostat R_1, R_2.*

Mesure d'une tension x au plus égale à 1 volt. — La résistance de 10 000 ohms est reportée en A′ (fig. 1) en tournant le commutateur AA′.

La tension x étant branchée aux bornes $+x$ et $-x$ et le commutateur bipolaire placé sur x, on déplace successivement les curseurs B, a, C, b, jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro. Pendant l'ajustement des curseurs, on enfonce peu la clé et on ne supprime la résistance de protection que lorsque l'on se trouve très près de la compensation.

Les valeurs indiquées par les curseurs sont écrites dans l'ordre B, a, C, b et indiquent la valeur de x multiplié par 10 000.

Si, par exemple, les curseurs B, a, C, b indiquent respectivement 6, 2, 3, 5 au moment de l'équilibre du galvanomètre, c'est que la valeur de x est $\frac{6235}{10\,000} = 0{,}6235$ volt.

Mesure d'une tension x au plus égale à 2 volts. — On opère comme ci-dessus, mais en intercalant en A (fig. 1) la résistance de 10 000 ohms qui représente 1 volt.

Si les curseurs indiquent, par exemple, 4367, c'est que la tension $x = 1{,}4367$ volt.

Mesure d'une tension X au plus égale à 600 volts. — On opère toujours de la même manière, mais en plaçant le réducteur R' sur un plot convenable, ainsi qu'il a été indiqué précédemment.

Le commutateur bipolaire M M' est amené en X.

Supposons le réducteur R' sur le plot marqué 30 et la résistance de 10 000 ohms en A, lorsqu'on a obtenu la compensation. Si les curseurs B, *a*, C, *b* occupent les positions 4, 1, 8, 6, la tension X a pour valeur $1{,}4186 \times 30 = 42{,}558$ volts. Il est bon, si on n'a pas de données approximatives sur la grandeur de X, de placer d'abord la manette R' sur 300, quitte à la ramener ensuite sur un multiplicateur moins élevé.

On évite ainsi toute chance de détériorer l'instrument.

Mesure de l'intensité d'un courant. — On fait passer le courant à travers un shunt étalonné, dont les bornes de dérivation sont reliées aux bornes *x* du potentiomètre.

On opère comme précédemment, pour déterminer la chute de tension aux bornes du shunt, tout comme s'il s'agissait d'une mesure ordinaire de différence de potentiel.

Soit 0,01 ohm la résistance du shunt étalonné et soit 2046, la valeur indiquée par les curseurs au moment de la compensation, la bobine de 10 000 ohms étant en A'.

L'intensité du courant qui traverse le shunt est

$$\frac{0{,}2046}{0{,}01} = 20{,}46 \text{ ampères.}$$

S'il avait fallu mettre en A la bobine de 100 000 ohms, il aurait fallu lire 204,6 ampères.

Pour ce genre de mesure, il est commode d'employer des shunts dont la résistance est une fraction décimale exacte de l'ohm; on évite ainsi tout calcul.

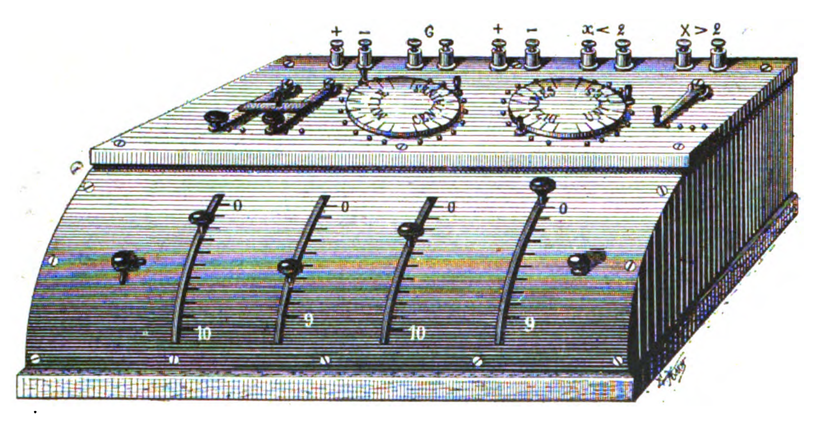


Fig. 3. — Potentiomètre J. Carpentier.

Mesure d'une résistance. — On monte en série la résistance inconnue et une résistance étalonnée; on fait passer un même courant dans cet ensemble et l'on mesure sucessivement la chute de tension aux bornes des résistances inconnues et étalonnées.

Le rapport des tensions multiplié par la résistance étalon donne la valeur de la résistance inconnue.

Supposons qu'on ait trouvé 0,450 et 0,320 volt comme chutes de tension respectives aux bornes d'une résistance étalon de 10 ohms et de la résistance inconnue.

Celle-ci aura pour valeur :

$$10 \cdot \frac{0{,}320}{0{,}45} = 7{,}111 \text{ ohms.}$$

Pour obtenir une certaine approximation, les résistances étalon et inconnue ne doivent pas être trop différentes.

La figure 3 montre l'aspect extérieur du potentiomètre J. Carpentier. Les manettes du rhéostat R_1 R_2 sont placées à la partie supérieure sur la planchette horizontale de l'appareil qui ressemble un peu à une machine à calculer. Sur cette partie en ébonite, on voit également le commutateur bipolaire, le réducteur de tension et les diverses bornes.

La partie antérieure est recouverte d'une tôle oxydée qui laisse passer la manette du commutateur de la bobine de 10 000 ohms, les poignées des quatre curseurs B, *a*, C, *b* et le bouton de la clé du galvanomètre.

Cette séparation complète des organes relatifs aux circuits potentiométriques et de compensation est très heureuse. Une fois le tarage effectué, il suffit de manœuvrer les curseurs

dont les poignées se déplacent dans des rainures munies de chiffres qui indiquent les résistances correspondant à leur position. On n'est pas exposé de la sorte à toucher intempestivement au rhéostat R_1, R_2, ce qui obligerait à recommencer le tarage.

M. ALIAMET.

L'EXPOSITION DE 1900
ET L'APPRÉCIATION AMÉRICAINE

Dans une de ses plus récentes notes, notre correspondant de Londres nous avait fait connaître l'opinion de quelques électriciens anglais sur l'Exposition de 1900, nous avons pensé qu'il serait d'autant plus intéressant d'y adjoindre l'avis des Américains, que ces deux nations n'y ont que très peu participé et que les observations anglaises se complètent par les remarques de l'Amérique sur la plupart des sections françaises et étrangères, en particulier sur la section de l'électricité. Les appréciations anglaises ne portaient guère que sur les appareils téléphoniques et télégraphiques; au contraire, dans la conférence qu'il a faite le 24 octobre dernier devant l'Institut américain des ingénieurs électriciens, le président, M. Carl Hering, a longuement analysé toutes les branches de la science électrique, toutes les classes et tous les groupes s'y rattachant; le résumé de cette conférence ne peut qu'apporter un enseignement précieux à l'étude de cette grandiose manifestation internationale.

Tout d'abord, M. Hering fait remarquer qu'une grande exposition comme la nôtre doit être jugée à deux points de vue principaux; d'abord d'après la beauté architecturale, la disposition des terrains et des bâtiments d'après leurs décorations, d'après les côtés attrayants, l'enseignement et l'intérêt que cette Exposition doit offrir à toutes les classes de la société laborieuse. Elle doit être aussi une représentation exacte de l'état de la science et des diverses industries; elle doit montrer jusqu'à un certain point, tout au moins, les différences et les rapports qui peuvent exister entre les industries. Le conférencier ne cache pas que, sous le premier rapport, l'Exposition de Paris est un succès; cependant il pose des restrictions. C'est ainsi que si d'un côté les détails d'architecture ne peuvent guère être critiqués en général, on peut dire que l'absence de lignes droites dans les décorations des principaux bâtiments n'est pas du goût américain. Or, le manque de régularité dans la construction était justement l'une des causes principales de la difficulté que l'on éprouvait à visiter méthodiquement l'Exposition. Quant aux attractions, elles étaient certainement très heureuses pour la plupart, et présentaient souvent comme les « mines souterraines », par exemple, un côté instructif, mais il y en avait trop, et trop d'inutiles. En résumé, dit M. Hering, le côté « attraction » *side-show*, n'était que pour l'amusement; il était bien l'expression du type français!

Quant à avoir montré exactement l'état actuel de la science et de l'industrie, M. Hering déclare que l'Exposition de Paris ne peut y prétendre, du moins en ce qui regarde l'électricité. Pour la France, l'Allemagne, la Suisse et quelques autres nations du continent, la section électrique représentait peut-être la véritable situation actuelle, mais l'absence relative des produits américains, proportionnellement à l'énorme développement industriel des États-Unis, faisait, que l'Exposition de Paris, n'était, d'après lui, qu'une représentation fort inexacte de l'industrie électrique en général. « Si l'on avait voulu juger, ajoute M. Hering, des progrès accomplis ou des applications réalisées en Amérique par la section exposée à Paris, on aurait eu une idée extraordinairement fausse de ce pays dans lequel pourtant l'industrie électrique est si développée et l'exportation si importante que presque tous les étrangers désireux de se mettre au courant de cette science viennent l'étudier ici. » A quoi attribuer cette absence? Le savant président de l'Institut américain n'en développe pas les causes, il semble seulement l'attribuer d'une manière vague à ce fait que la plupart des grands constructeurs d'Amérique ont cédé leurs droits d'exploitation à des compagnies locales étrangères qui ont exposé en leur lieu et place; mais ces compagnies subsidiaires ne suivent pas toujours les principes des constructeurs primordiaux, de sorte que leur exposition ne peut être regardée comme formée de produits essentiellement américains. Si l'Angleterre était également très mal représentée à Paris, cela doit être attribué, d'après les Anglais eux-mêmes, à la fatigue qu'ils éprouvent maintenant pour toutes ces exhibitions, mais M. Hering remet les choses au point en avouant que la principale raison réside dans les relations politiques assez tendues qui existaient alors entre les deux pays. La nation européenne, ajoute-t-il, qui a eu le plus de succès dans toutes les classes et spécialement en électricité est l'Allemagne. La Hongrie, fait digne également de remarque, possédait, sur bien des points, une exposition supérieure à celle de l'Autriche, *sa belle-mère* (suivant le nom pittoresque que lui donne l'orateur); elle semble vouloir devenir l'une des plus importantes contrées industrielles de l'est de l'Europe.

On a souvent établi un parallèle entre l'Exposition de Paris et celle de Chicago : elles étaient certes toutes les deux très brillantes; mais, comme le fait justement remarquer M. Hering, il faudrait, pour bien juger entre elles, les avoir visitées en

détail l'une et l'autre. En outre, il y a une question de goût national, d'individualité que l'on ne peut mettre de côté et qui est souvent la cause des diversités d'opinions. En tout cas, il trouve que la partie électrique était moins complète qu'à Chicago. L'emplacement de l'Exposition de Chicago était un peu plus du double qu'à Paris, et si le nombre des entrées a été de beaucoup inférieur en Amérique, M. Hering en accuse le prix élevé de 2 fr à 2,50 fr, et aussi l'antagonisme des journaux anglais en 1893. Cette dernière raison est bien spécieuse et elle pourrait alors être, quant à nous, retournée contre les quotidiens d'Amérique de 1900, car il nous souvient d'y avoir lu des tirades invraisemblables sur la difficulté de vivre et de circuler qu'auraient les Américains qui se risqueraient à venir à Paris pendant l'Exposition.

M. Hering déclare ensuite que nos illuminations étaient plutôt ternes à côté de celles de Chicago, et, en outre, que l'on avait accordé une trop grande place à l'éclairage par le gaz; les fontaines lumineuses ne lui ont pas plu autant que celles de 1889, bien que l'aspect architectural du Château d'eau lui ait semblé assez réussi.

Abandonnant alors les considérations générales, l'orateur passe en revue les groupes électrogènes. Il remarque, tout d'abord, le grand nombre de générateurs à courants triphasés et leurs dimensions. C'est là, dit-il, l'un des traits les plus frappants; on a l'impression que les courants triphasés ont triomphé de tous les autres systèmes quand il s'agit d'une distribution importante, et qu'il serait peu pratique de laisser désormais les autres systèmes dans une grande installation, à moins d'y être obligé. On constatait aussi l'emploi d'unités de grande puissance: la plupart des machines exposées étaient de 1 000 kw et au-dessus. Le plus grand nombre, à courants triphasés, avaient un alternateur du type-volant; les dynamos à courant continu et celles à courants alternatifs simples ou biphasés étaient l'exception.

Il cite alors et décrit sommairement les deux intéressants alternateurs à courants triphasés de MM. Hutin et Leblanc, et de M. Boucherot, avec leur système spécial de compoundage; il en apprécie hautement les heureux dispositifs. Quant au courant continu à haute tension pour la transmission de l'énergie, il est représenté, dit-il, pour une dernière fois et sans succès, probablement, sous la forme d'un type exposé par son infatigable champion, M. Thury.

M. Hering passe ensuite aux moteurs et aux différents modèles qui figuraient à l'Exposition. Il remarque que le plus intéressant est le moteur triphasé à induction, type Tesla, qui semble maintenant avoir démontré sa supériorité sur tous les autres, excepté peut-être sur le moteur à courant continu, mais avec l'espoir certain de devenir prochainement son égal. La plus importante des Compagnies d'électricité d'Allemagne, sinon du monde entier, pense que la fabrication des moteurs triphasés dépassera, avant longtemps, celle des moteurs à courant continu; il existe, en Suisse, une fabrique de tissus dans laquelle on compte jusqu'à cinq cents de ces moteurs actionnant directement les métiers. On peut dire que les moteurs à induction du type triphasé sont presque exclusivement employés en Allemagne et en Suisse. La plupart des constructeurs semblent, d'ailleurs, avoir adopté un modèle presque uniforme dans lequel le circuit primaire est fixe et enroulé en tambour, ce qui le distingue des premiers enroulements inaugurés par Tesla; c'est là le perfectionnement principal et qui fait probable ment le succès de ces moteurs; ce perfectionnement semble avoir été introduit pour la première fois, à Berlin, par Dobrowolsky. Le démarrage des plus grands moteurs s'obtient presque toujours à l'aide d'une résistance intercalée dans le circuit secondaire; dans quelques cas, le rotor est pourvu d'un dispositif de court circuit. On devra remarquer que cette pratique est presque généralement usitée en Europe, mais en Amérique on procède différemment; même les moteurs de grande puissance, de 800 chx et au-dessus, n'ont pas de balais, et le démarrage est alors obtenu à l'aide d'un courant transformé, à basse tension; d'autres sont pourvus de résistances de démarrage montés sur le rotor lui-même. L'une des applications les plus importantes des moteurs triphasés est la traction, et elle semble, d'après M. Hering, promettre le plus brillant avenir; il a visité les lignes exploitées en Suisse à l'aide de ce système, et elles lui ont paru fonctionner avec beaucoup de succès. L'objection souvent posée du double fil à trolley ne lui paraît pas sérieuse; on peut remplacer la molette du trolley par une barre de contact, ce qui simplifie beaucoup les choses et évite entièrement les interruptions provenant de sauts ou de chocs; les coupleurs sont loin d'être compliqués, puisque les moteurs sont toujours en parallèle; les trains démarrent enfin sans difficulté et sans consommation anormale.

La principale objection réelle que l'on peut élever contre ce système est que la vitesse de fonctionnement est toujours la même ainsi que dans une voie à câble; il est donc impossible de regagner en palier le temps perdu; on peut le faire dans une descente mais, sur une rampe, la dépense d'énergie est torp grande pour que la vitesse puisse atteindre toujours le même maximum. On ne possède aucun moyen efficace de réglage, sans doute parce qu'il n'en existe pas de réellement satisfaisant. En Amérique, cette lacune est très importante, car les grandes vitesses y sont nécessaires, et c'est pour cela en partie que le moteur triphasé n'y est pas employé pour les tramways. En résumé, si ce mode de traction n'est pas pratique dans les villes, il l'est certainement sur des lignes de banlieue et sur de

longues distances avec des arrêts peu fréquents, car l'économie réalisée est alors très grande. Sur la nouvelle ligne de la Jungfrau, il a été démontré que les dépenses auraient doublé si l'on avait employé du courant continu.

M. Hering revient alors aux génératrices et aux moteurs, quant à leur construction intime, et il remarque la différence qui existe dans les procédés de montage européens et américains. En Amérique, les fils sont ordinairement logés dans des entailles ouvertes, tandis qu'en Europe, ils sont passés à travers des trous comme dans les machines Œrlikon et Brown; ce dernier constructeur donne comme raisons de cette préférence : une résistance magnétique moins élevée, une meilleure surface polie du noyau, l'absence de soudure dans les tubes d'isolation, etc., etc., et d'après lui il est aussi long de remplacer une bobine que d'en enrouler une nouvelle. Le docteur Behn Eschenberg, ingénieur de la Compagnie Œrlikon, donne également de nombreuses raisons en faveur de la méthode européenne tout en reconnaissant avec impartialité les avantages des rainures, et il admet que ce dernier système peut être préféré, à condition que l'on soit outillé spécialement pour ce genre de construction. Les habitudes américaines et européennes diffèrent également, en ce sens qu'aux États-Unis les convertisseurs synchrones combinés avec les transformateurs sont plus généralement adoptés pour transformer des courants triphasés à haute tension en courant continu à basse tension, tandis qu'en Europe on emploie plutôt des dynamos entraînées par des moteurs à induction ou synchrones à haute tension. Les avantages que présentent chacun de ces systèmes sont connus de tout le monde, mais M. Hering, trouve le sujet intéressant, et il détaille les motifs pour lesquels la maison Boveri a préféré les moteurs générateurs, comme par exemple : réglage et démarrage faciles, indépendance complète dans les tensions obtenues, etc. Avec les convertisseurs synchrones, on peut réaliser peut-être une économie, mais elle est légère, et le rendement est presque aussi élevé dans les deux modes de procéder.

Dans la section de l'éclairage électrique, M. Hering distingue la nouveauté du jour, la lampe Nernst; il regrette comme beaucoup, d'ailleurs, qu'il ait été impossible d'en acheter. A la simple vue, dit-il, ces lampes ressemblent aux lampes à incandescence ordinaires, sauf que l'ampoule est ouverte; le filament un peu plus épais et plus court; mais elles doivent être allumées avec une allumette, une lampe à alcool ou encore automatiquement par l'intermédiaire d'un fil de platine et d'un interrupteur magnétique; elles fonctionnent par courant continu ou alternatif, et donnent 25, 50 ou 100 bougies sous 220 volts; elles ne peuvent donc rivaliser encore avec la lampe ordinaire de 16 bougies. La durée est, paraît-il, très satisfaisante, bien que l'on ne puisse citer encore aucun exemple. Comme avantage, certain on peut remarquer que les parties usées évaluées, à 25 0 0 environ du prix de revient total, seront facilement remplacées. La matière du filament présente un coefficient de température qui décroît très rapidement, aussi la lampe est-elle excessivement sensible au moindre variations de voltage. Cet inconvénient a été évité au moyen d'un dispositif à l'ingéniosité duquel la lampe Nernst doit son succès; ce dispositif consiste en un fil de fer très fin monté en série avec le filament: il est calculé de manière à être échauffé par l'intensité normale, à 450 ou 500° C, température à laquelle le coefficient s'élève très rapidement; ce fil fin consomme environ 10 0/0 de la tension. Le prix de la lampe serait à peu près de 2,50 fr.

Le nombre relativement grand de commutateurs et d'interrupteurs à haut voltage, figurant à l'Exposition, indique nécessairement la vulgarisation des courants à haute tension; la plupart de ces appareils comportent un souffleur extincteur à double corne, ce qui prouve son efficacité.

Un nouveau dispositif dans les tableaux de distribution construits spécialement pour les hautes tensions dangereuses consiste à placer tous les appareils de manœuvre, dépendant d'une machine, sur un piédestal ou support, près de la machine elle-même, de manière que le surveillant ait le tout en face de lui. Tous les conducteurs sont sous le plancher et seuls, les leviers et les manettes apparaissent sur le support; de cette manière, le surveillant est protégé autant que possible contre le danger. C'est ainsi que procède la compagnie Œrlikon.

L'emploi des fils fusibles en maillechort, au lieu d'un alliage de plomb, ainsi que le fait une grande compagnie allemande, mérite une mention particulière; pour le même courant de fusion, la quantité du métal volatilisé est moindre.

Parmi les expositions de câbles, on distinguait trois modèles pour circuits souterrains, à noyau multiple, qui devaient supporter du courant alternatif à 20 et 30 000 volts; l'isolant de l'un de ces câbles consistait en un papier imprégné, mais sans caoutchouc.

Un fabricant allemand d'objets en aluminium démontre que ce métal peut être soudé en le chauffant simplement à une certaine température déterminée à laquelle il s'amollit. L'emploi actuellement croissant des fils d'aluminium rend cette méthode intéressante pour les ingénieurs électriciens.

Quant au nombre des différents compteurs et instruments de mesure exposés ils sont légion et chaque exposant en possède un modèle spécial. M. Hering accorde une mention spéciale : 1° au compteur Thomson qui a un grand succès en France et qui ressemble d'ailleurs beaucoup à ceux employés en Amérique ; 2° au compteur O'Keenan

dont 11 000 exemplaires sont déjà en circulation; un modèle analogue va être adopté prochainement aux Etats-Unis et y recevra sans nul doute le même accueil; 3° au compteur Aron pour courants triphasés, usité en Allemagne, mais presque inconnu en Amérique; 4° au wattmètre de Thomson présenté dans la section allemande; 5° au galvanomètre d'Arsonval; 6° au phasemètre Dobrovolsky.

La télégraphie attire ensuite l'attention de M. Carl Héring, ef il cite tout d'abord, parmi les appareils exposés, le système imprimeur du professeur Rowland, de Baltimore, qui lui semble des plus ingénieux; le transmetteur est analogue au clavier d'une machine à écrire et, à l'autre extrémité de la ligne, le récepteur imprime les lettres au fur et à mesure de leur transmission, sans exiger la présence d'aucun employé; c'est un courant alternatif de fréquence constante qui traverse la ligne et qui actionne des moteurs synchrones au moyen desquels s'obtient le fonctionnement simultané et semblable des deux appareils. La roue écrivante du récepteur tourne d'une manière continue au-dessus du papier et vient le frapper juste au moment où se présente la lettre transmise. Quatre messages peuvent être envoyés en même temps dans une direction; on peut aussi doubler ce fonctionnement et faire passer huit dépêches simultanément par la même ligne, à raison de 45 mots à la minute pour chaque message. Ce procédé n'est pas encore entré dans la pratique courante et il faudra quelques essais suivis pour vérifier s'il doit être adopté de préférence au système-imprimeur qui fonctionne avec succès en Amérique entre New-York et Chicago. Pour la télégraphie sans fil, l'oraleur constate que la compagnie Marconi n'avait rien exposé et que, d'ailleurs, il n'y avait aucune nouveauté bien marquante. Les modifications des appareils ne portaient que sur des points de détail peu importants.

La principale différence que relève le conférencier dans la section téléphonie consiste dans l'emploi des tableaux verticaux ou horizontaux. Le premier système était défendu et exposé par une grande compagnie américaine, le second par une compagnie allemande; chacune d'elle réclamait forcément la supériorité pour son dispositif.

L'électro-chimie était une des classes où l'on pouvait admirer le plus de perfectionnements acquis, mais, d'après M. Hering, l'exposition n'était pas assez complète pour qu'il soit possible de se rendre compte de la véritable situation actuelle de cette branche de la science électrique. Et cependant, dit-il, c'est l'une des plus importantes et dont les progrès sont constants et rapides. En effet, il existe maints produits qui se fabriquent actuellement par tonnes et qui n'existaient, il y a quelques années, qu'à l'état de spécimens rares et coûteux. L'orateur a vu les fours électriques en fonctionnement et il a admiré les belles collections des produits obtenus par M. Moissan. Il cite ensuite à ses auditeurs deux procédés d'affinage électrolytique du cuivre, au moyen desquels le cuivre est déposé directement sous la forme de tubes. Enfin, dans la même section, il remarque l'appareil de production d'ozone au moyen duquel MM. Marmier et Abraham peuvent stériliser 200 000 m³ d'eau en 24 henres; il voudrait cependant une affirmation plus réelle des résultats (1).

M. Hering termine sa conférence en disant quelques mots des accumulateurs exposés; il remarque la tendance générale à employer des plaques positives Planté et des plaques négatives Faure, combinaison qui semble encore donner les meilleurs résultats. La question est importante, car les accumulateurs sont absolument nécessaires pour toute installation d'éclairage; ils sont employés très couramment en Europe pour la traction et dans une station centrale l'accumulateur n'a pas d'égal comme régulateur électrique.

Il semble résulter du savant et intéressant rapport de M. Carl Hering que les principaux reproches que l'on peut faire à l'Exposition de Paris, consistent d'abord en un classement assez confus et surtout en un manque d'ensemble complet qui puisse donner une idée exacte de l'état actuel de l'industrie électrique. Ces deux conditions évidemment nécessaires à une exposition universelle sont très difficiles à obtenir.

Il est certain que la distribution des appareils avait plus d'un côté défectueux, mais un classement peut se comprendre de plusieurs manières et lorsqu'il faut satisfaire les exigences d'un public dont les vues, les goûts et les aptitudes diffèrent essentiellement, les résultats sont toujours douteux. Quant aux lacunes existantes, il ne faut pas oublier que l'Exposition de Paris était internationale et que si certaines nations étrangères se sont abstenues de fournir un contingent suffisamment complet à l'œuvre commune, on ne peut en rendre responsables les organisateurs. Jusqu'ici, les expositions américaines n'ont pas présenté une supériorité marquée à cet égard, et nous ne croyons pas que la future manifestation de Buffalo puisse être plus complètement réussie que la nôtre.

Georges DARY.

---

(1) A ce sujet, nous venons d'apprendre que Mme Andréoli, la veuve de notre savant et regretté collaborateur, réalise les projets de son mari et intente un procès à MM. Abraham et Marmier, pour leurs appareils à ozone qui ne seraient que des reproductions contrefaites des brevets Andréoli.



L'APPAREILLAGE POUR TROLLEY

DE LA MAISON BISSON, BERRÈS ET Cie
A L'EXPOSITION DE 1900

La maison Bisson Bergès et Ce avait fait une intéressante exposition de matériel de lignes aériennes pour tramways électriques ; elle avait en outre installé dans son stand un modèle réduit d'un équipement complet de ligne à trolley comprenant tous les cas qui se présentent dans la pratique.

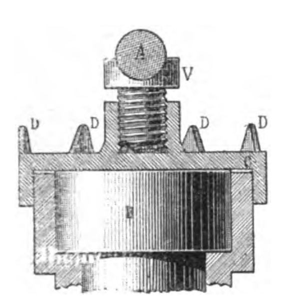
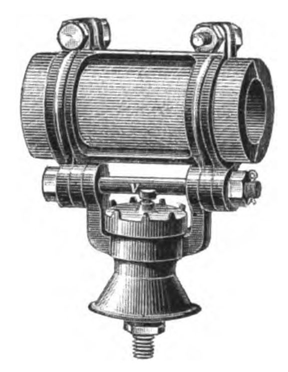


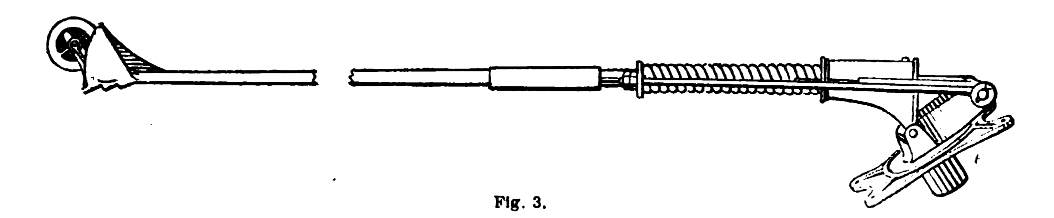
Fig. 1.

Cette maison est la première en France qui se soit occupée de créer un matériel complet; elle a su réaliser des modifications intéressantes dans les modèles jusqu'alors employés, et qui, tous, nous venaient de l'étranger.

Les conditions auxquelles doit répondre ce matériel sont nombreuses et ne peuvent être connues que par la pratique de la pose des lignes. C'est à cette pratique que MM. Bisson, Bergès sont redevables des perfectionnements qu'ils ont obtenus.


Fig 2.

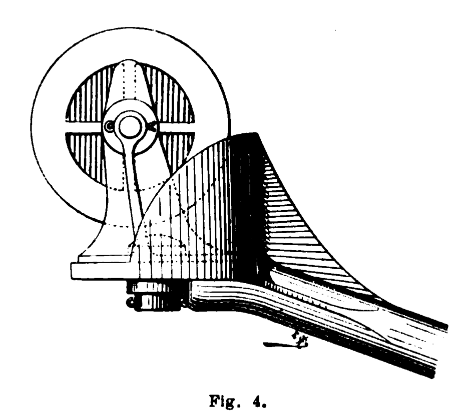
Nous n'insisterons pas ici sur la qualité du métal employé qui joue cependant un rôle si considérable dans ce genre d'appareils non plus que sur les modifications de détail qui rendent le montage facile. Nous signalerons ici quelques-uns des modèles que construit la maison Bisson, Bergès et Ce.


Fig. 3.

Suspension (fig. 1 et 2). — Ce modèle est caractérisé par un montage avec emboîtement de la cloche et du couvercle qui maintiennent le boulon d'isolation auquel se fixent les organes de suspension proprement dits.

Le couvercle C de la cloche qui recouvre la tête B du boulon isolant porte un bossage fileté dans lequel vient s'engager la vis V. La tête de cette vis est creusée d'une gorge qui épouse la forme de l'axe horizontal A ou celle de la tige de l'étrier de support.

Ainsi engagée, la vis est immobilisée et, pour obtenir le serrage convenable du couvercle C sur la tête du boulon B, il faut tourner ce couvercle qui monte ou descend le long de la vis V. Quand le serrage convenable est obtenu, il suffit pour immobiliser le couvercle de repousser en arrière une des dents D en bronze rouge malléable, qui forme alors butée contre les branches de la cloche ou celles de l'étrier qui la supporte.


Fig. 4.

Cette suspension montée est représentée sur les figures 6 et 9.

Trolley (fig. 3 et 4). — La base de ce trolley

est établie de façon que l'effort exercé par la tête sur le fil soit maximum pour une inclinaison de la perche comprise entre 30° et 60°, c'est-à-dire dans les limites où travaille couramment cette perche. Quand l'angle formé par la perche avec l'horizontale devient inférieure à 30° ou supérieure à 60°, le ressort agit par compression dans les deux sens, c'est-à-dire de chaque côté de la position normale et son action diminue par suite de la traction qu'exercent en sens inverse les tiges qui limitent son développement; on peut ainsi, sans danger de plier ou de casser la

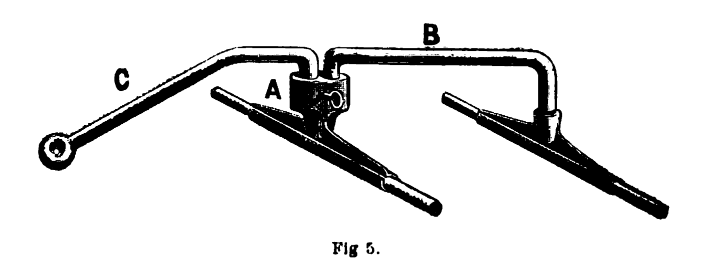


Fig 5.

perche, la rabattre horizontalement. Ce résultat est obtenu, comme on peut voir sur la figure, par le déplacement du point d'attache du ressort, par rapport à l'axe fixe de rotation de la perche pendant les mouvements de cette dernière.

Cette propriété est très utile pour le passage sous les voûtes, ou lorsque la ligne aérienne est

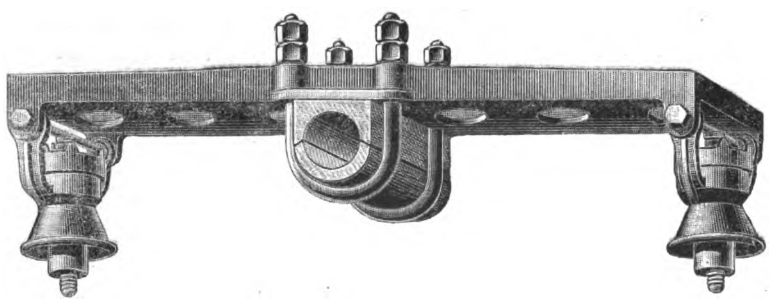


Fig. 6.

fortement désaxée par rapport à la voie que suit la voiture.

La tête du trolley (fig. 4) est simple et très robuste; elle a une grande mobilité et son pivotage sur plateau est évidemment préférable au pivotage sur tige qui se fausse souvent en marche; cette tête porte une pièce métallique qui protège la partie inférieure de la roulette,

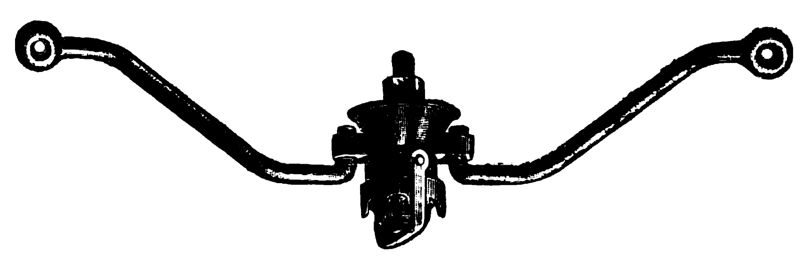


Fig. 7.

et elle est étudiée pour prévenir l'accrochage du fil de ligne dans le cas où la roulette viendrait à quitter ce fil par suite d'un choc violent ou du déraillement de la voiture. Cette condition est très importante à réaliser puisqu'un accident, qui peut par lui-même n'avoir qu'une importance locale, est susceptible, si la ligne se trouve rompue, d'entraver le service et de causer en outre des accidents sérieux.

Les roulettes sont en bronze dont la composition est choisie de façon à correspondre aux meilleures conditions de fonctionnement, c'est-à-dire qu'il

n'est pas assez dur pour user rapidement le fil de ligne, inconvénient que l'on doit surtout éviter.

Oreille de suspension à 2 trous (fig. 5). — Ce type d'oreille (A) construit en bronze malléable permet de réunir les 2 fils d'une ligne double à un même fil tendeur au moyen des tirants articulés B et C qui s'engagent dans les 2 trous de l'oreille.

Suspension double pour courbes brusques (fig. 6). — Cette suspension s'emploie dans les portions où la ligne forme un angle aigu pour supporter le fil en deux points : elle permet d'assurer la solidité de l'attache.

Suspension à tirants articulés (fig. 7). — Cette suspension permet de placer des fils tendeurs dans une direction faisant un angle très

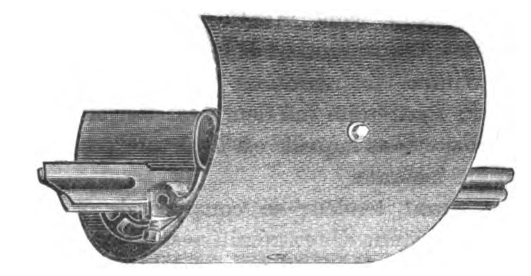


Fig. 8.

aigu avec la ligne et réserve le passage de la tête du trolley.

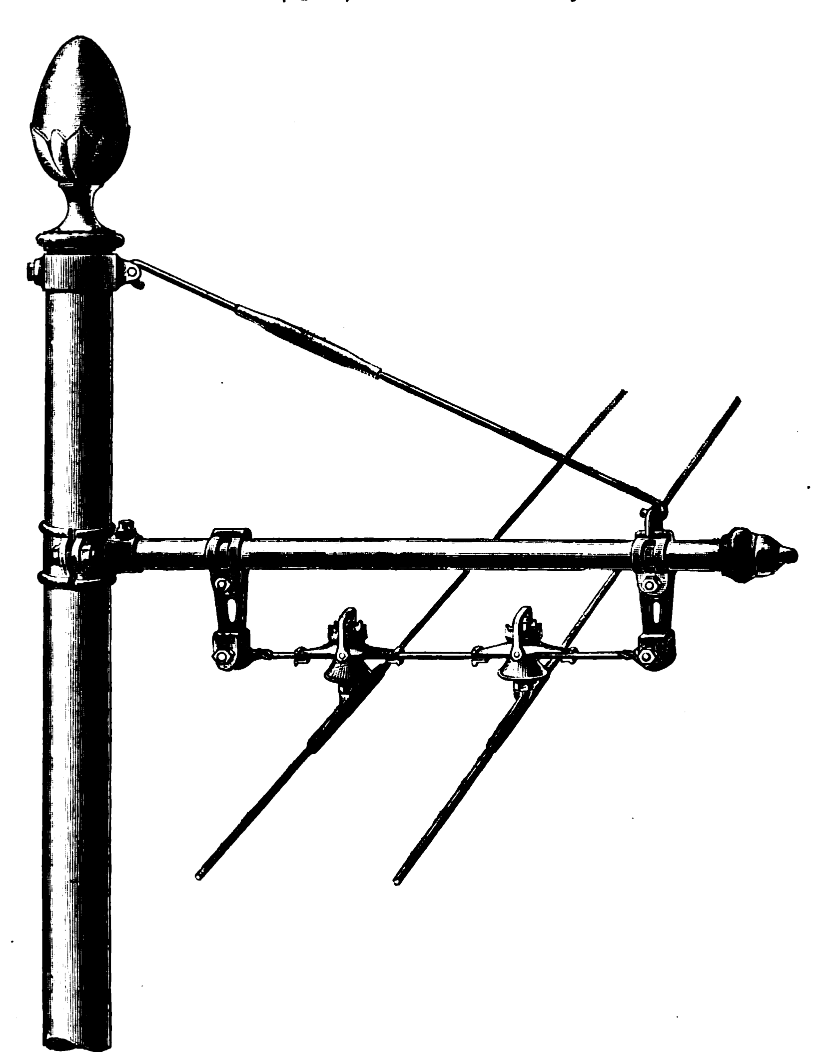


Fig. 9.

Oreille de suspension pour sectionnement de ligne (fig. 8). — Elle est formée de 3 entretoises en bronze malléable réunies par 4 boulons isolants qui supportent une réglette en bois dur créosoté et paraffiné pour le passage de la roulette.

Suspension souple (fig. 9). — Cette suspension se compose de 2 supports à collier en

fonte malléable que l'on fixe sur la console et d'un tirant tendeur ancré sur le poteau.

Les deux supports sont réunis par un fil de fer sur lequel sont montées les suspensions isolantes. Ces supports à collier se fixent par un seul boulon qui maintient la contrebride du collier; l'extrémité inférieure est terminée par une chape dans laquelle est logée une poulie en matière isolante.

Le tirant tendeur se compose de 2 tiges d'acier dont une des extrémités est filetée et dont l'autre porte un crochet ou un œil. Les deux extrémités filetées sont à pas inverse et réunies entre elles par un tube d'acier en fuseau formant

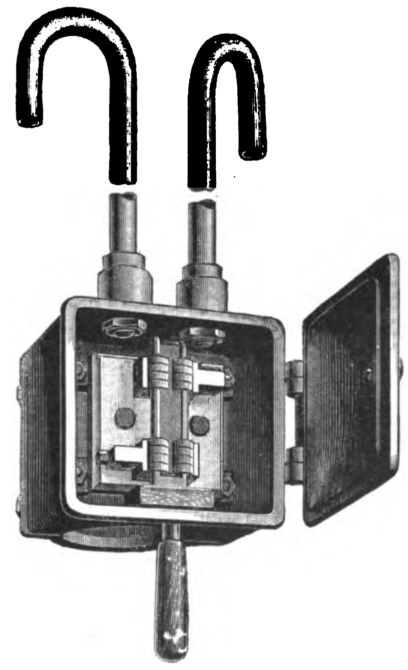


Fig. 10.

écrou qui est percé de trous pour pouvoir y engager la pointe d'une broche et faire le serrage.

Interrupteur pour sectionnement (fig. 10). — Cet interrupteur est destiné à mettre hors circuit une portion de la ligne aérienne; il est monté dans une boîte de fonte munie d'une porte qui ferme à clé. Cette boîte est disposée pour s'appliquer sur les poteaux de la ligne à l'aide d'une contrebride.

Les câbles qui rejoignent les deux tronçons de la ligne aérienne pénètrent dans la boîte en traversant deux tubes de fer recourbés en forme de col de cygne de façon que l'eau ne puisse s'introduire dans les bornes de l'interrupteur. Ces bornes sont formées par 2 mâchoires en cuivre montées sur une plaque de marbre, elles peuvent être réunies par un couteau mobile.

La boîte se fixe au poteau à 2 mètres environ du sol, de façon à être hors de la portée des passants.

Pour couper la ligne, il suffit d'engager dans l'orifice ménagé à la partie inférieure de la boîte une poignée à vis qui se monte sur le couteau.

La maison Bisson Bergès construit en outre tout le matériel de lignes aériennes tel que aiguilles, croisements, tendeurs, oreilles de suspension ordinaires, etc.

Tout ce matériel semble bien étudié au point de vue du fonctionnement des installations et on paraît s'être attaché à en rendre facile la pose et l'entretien. Ces conditions qui sont souvent négligées par les constructeurs, rendent inapplicables des appareils qui a *priori* peuvent sembler simples et ingénieux, mais dont l'installation et la réparation sont trop difficiles.

A. Bainville.

BIBLIOGRAPHIE

Vocabulaire technique, industriel et commercial français, anglais, allemand, par E. Hospitalier, rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*. Un volume de 318 pages. (Paris, impr. Lahure.)

Notre excellent confrère a eu une heureuse idée en publiant ce vocabulaire indispensable à tout le monde et d'autant plus facile à consulter que la recherche d'un mot d'une langue quelconque se trouve à son ordre alphabétique naturel et est suivi de sa traduction dans les deux autres langues.

Son travail évitera bien des ennuis à tous ceux qui lisent les langues allemande et anglaise, car les mots techniques ne se trouvent généralement pas dans les dictionnaires, même les plus complets, et souvent les traducteurs de profession sont très embarrassés pour trouver le terme propre qui convient.

Ce vocabulaire, se complétant peu à peu à chaque nouvelle édition, constitue un document unique en son genre et d'une utilité incontestable. Nos félicitations à l'auteur de ce travail ingrat de compilation. — J.-A. M.

Nouveau Dictionnaire général des sciences et de leurs applieations, par MM. Ed. Perrier, membre de l'Institut, directeur du Museum d'histoire naturelle; P. Poiré, professeur au lycée Condorcet; R. Perrier et A. Joannis, chargés de cours à la Faculté des sciences de Paris. Deux vol. gr. in-4°, 3000 pages, 4000 gravures, paraissant en 48 livraisons, une livraison par quinzaine. Prix : 1 fr. Prix de souscription à

l'ouvrage complet : 40 fr., payables en quatre termes. (Libr. Ch. Delagrave, 15, rue Soufflot, Paris.)

Les fascicules qui ont déjà paru permettent de se rendre compte, par la façon remarquable dont les divers sujets sont traités, de l'importance et de la valeur de cette publication.

Qu'il s'agisse de physique, de chimie, de mécanique, d'astronomie, de navigation, de médecine, de géologie, etc., chaque mot fournit les notions et les explications les plus complètes sur la matière, accompagnées d'un très grand nombre de gravures et de dessins d'une netteté irréprochable.

La 11e livraison qui vient de paraitre ne le cède en rien aux précédentes,

La partie technologique y est traitée de main de maitre, de même que la physique et la chimie industrielle aux articles : Chemins de fer, Chauffage des lieux habités, Chlore, Chocolat, etc.

A signaler aussi, dans la 11e livraison, les articles très complets sur le cheval, le chien, le chou.

Annuaire pour l'an 1901, publié par le Bureau des Longitudes. Un vol. de près de 800 pages, avec 3 cartes magnétiques. Prix : 1 fr. 50. (Paris, libr. Gauthier-Villars.)

Ce petit volume compact contient comme toujours une foule de renseignements indispensables à l'ingénieur et à l'homme de science. Parmi les notices de cette année, signalons tout spécialement celle de M. A. Cornu sur *le Transport électrique de la force*; celle de M. H. Poincaré sur *le Projet de revision de l'arc du méridien de Quito*, et enfin la notice historique sur *l'Établissement du système métrique*, par M. Bassot.

Formulaire industriel. *Procédés utiles dans les arts, les métiers, l'industrie. Caractères, essai et conservation des substances naturelles et artificielles d'usage commun*, etc., par J. Ghersi. Un volume de 514 pages avec 26 gravures. Prix, cart., 5 fr. (G. Carré et C. Naud, édit. Paris.)

On trouve quantité de renseignements utiles dans ce formulaire qui, par suite, s'adresse à tout le monde. C'est un livre utile à avoir constamment sous la main.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

Séance du 26 novembre 1900. — M. A Cornu fait une communication sur *l'action du champ magnétique terrestre sur la marche d'un chronomètre aimanté*.

M. Garcio adresse un projet d'établissement d'une communication électrique, comme mesure de sécurité, entre véhicules circulant sur une voie ferrée (Commissaires : MM. Cornu et Mascart).

M. A. Cornu présente une note de M. Th. Tommasina *sur l'étude des orages lointains par l'électroradiophone* (1).

M. Mascart présente une note de M. Ch. Maurain *sur l'aimantation des dépôts électrolytiques de fer obtenus dans un champ électrique* (2)

M. Lippmann présente une note de M. Paul Jégou sur un *appareil pour localiser les dépêches dans la télégraphie sans fil* (3).

M. Guarini adresse une note sur une expérience de télégraphie sans fil avec translateur (Renvoi à la commission déjà nommée).

Séance du 3 décembre 1900. — M. Gouy présente une note *sur la théorie des phénomènes électrocapillaires* (4).

M. Alfred Giard présente une note de M. P. Garnault *sur quelques applications thérapeutiques de la lumière* (5). L'auteur conclut que la lumière, *chaude ou froide*, peut être utilisée, dans un certain nombre d'affections, comme agent local, avec grand avantage, et les résultats obtenus sont dus certainement à son action spécifique. Les affections dans lesquelles M. Garnault l'a employée avec succès sont : les rhumatismes musculaires et articulaires chroniques, les ulcères variqueux, les angines et les amygdalites, le catarrhe chronique du nez et l'ozène, le catarrhe chronique de l'oreille avec bourdonnements et surdité. L'appareil, employé par l'auteur et construit spécialement par M. G. Trouvé, consiste en une lampe à incandescence de 50 bougies munie d'un réflecteur parabolique argenté.

Séance du 10 décembre 1900. — M. Poincaré fait hommage à l'Académie de la 2e édition de son ouvrage intitulé « Electricité et Optique ». Cet ouvrage contient les leçons professées à la Sorbonne en 1888 sur la théorie de Maxwell, en 1890 sur la théorie de Helmholtz et en 1898 sur les théories de Hertz et de Lorenz. Elles sont suivies de la reproduction de plusieurs articles relatifs à la théorie de Larmor. Toutes les théories électriques les plus récentes sont passées successivement en revue et discutées, ainsi que leurs applications à toutes les questions d'électrodynamique et d'optique.

M. H. J. S. Sand communique une note *sur la concentration aux électrodes dans une solution, avec rapport spécial à la libération d'hydrogène par l'électrolyse d'un mélange de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique* (6).

Séance publique annuelle du 17 décembre 1900. — M Maurice Levy, président prononce une allocution dans laquelle il montre quelle a été l'évolution scientifique du siècle qui vient de se terminer, fait l'éloge académique des membres de l'Académie décédés dans le cours de 1900 et termine en remerciant les fondateurs des prix qui ont été décernés, au cours de cette séance.

Parmi les lauréats de l'Académie à qui des prix ont été décernés, nous citerons les suivants :

Un prix, prélevé sur les fonds alloués par le

(1) Cette note sera reproduite dans le prochain numéro.
(2) *Comptes-rendus*, t. CXXXI, n° 22, p. 880.
(3) *Ibid.*, p. 882.
(4) *Comptes-rendus*, t. CXXXI, n° 23, p. 939.
(5) *Ibid.*, p. 972.
(6) *Comptes-rendus*, t. CXXXI, n° 24, p. 992.

département de la marine, a été attribué à M. Aubusson de Cavarlay pour l'ouvrage en deux volumes qu'il a publié et qui reproduit le cours d'Electricité professé par lui à l'Ecole d'Application du Génie maritime.

L'un des prix Montyon de médecine et de chirurgie a été décerné à M. Guilleminot pour son travail sur les applications médicales des rayons X.

Le prix Vaillant a été attribué par moitié à M. Henri Gautier et à M. Osmond pour leurs travaux sur l'étude des alliages métalliques. On sait que les doctrines de M. Osmond ont été le point de départ d'une révolution dans la métallurgie de l'acier et qu'il a pu tirer de ses recherches quelques déductions relatives au choix et au traitement des aciers à aimant et à la théorie du magnétisme.

Le prix Gegner a été décerné à Mme Curie pour lui permettre de continuer plus fructueusement ses recherches.

Société française de physique.

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1900. — *Voltmètre et ampèremètre à champ magnétique réglable*, de M. Menges. — M. Pellat présente, au nom de M. Menges, de la Haye, un galvanomètre genre Deprez-d'Arsonval, qu'on peut disposer soit en ampèremètre, soit en voltmètre et dont le champ magnétique est réglable.

Pour cela, le système mobile tournant autour d'un axe horizontal, l'ensemble des deux armatures de fer doux, rendues solidaires par des joues en cuivre, peut aussi osciller d'une très petite quantité autour d'un axe horizontal, qui est loin de passer par le centre de gravité; de cette façon l'ensemble des armatures penche légèrement d'un côté, sous l'action de la pesanteur, si l'aimant placé horizontalement au-dessus n'a pas la force de le soulever. Or, au-dessus des pôles de l'aimant se trouve placée une dérivation magnétique formée par une pièce de fer doux qui, par une vis, peut s'approcher ou s'écarter plus ou moins des pôles. On conçoit qu'en réglant la position de cette pièce de fer doux on puisse arriver à faire que l'ensemble des armatures de fer soit juste à la limite où son poids est équilibré par l'attraction de l'aimant. A ce moment, quelle que soit l'intensité d'aimantation de celui-ci, l'induction magnétique qui traverse les armatures de fer est toujours la même, car la force soulevante ne dépend que de l'induction; il en est donc de même de l'intensité du champ dans l'entrefer.

Quoique l'auteur se propose de perfectionner notablement dans les détails cet instrument, tel qu'il est, on obtient, à moins de 1 pour 100 près, le même champ avec des aimants dont l'intensité d'aimantation varie de 30 pour 100.

Transformation à haut voltage et à survolteur cathodique. — M. P. Villard présente un transformateur construit par la maison Carpentier et donnant 50 000 volts efficaces pour 110 volts primaires (circuit magnétique fermé). Le circuit secondaire est coupé par deux condensateurs faisant corps avec l'appareil et limitant le débit, ce qui permet de mettre les bornes de l'appareil en court-circuit sans inconvénient et écarte tout danger. Les bornes sont reliées par une *soupape cathodique*, qui absorbe l'une des alternances, ne laissant subsister qu'une différence de potentiel à peu près égale à celle que donne le courant inverse d'une bobine de Ruhmkorff. L'autre alternance, pour laquelle la soupape est infranchissable, est utilisée sous forme d'étincelle ou autrement.

Ce dispositif présente la particularité remarquable de survolter l'alternance disponible. En l'absence de la soupape, les étincelles ne dépassent pas 9 à 10 centimètres entre boules, sauf accidentellement, à l'instant du démarrage. Avec la soupape, l'étincelle qui subsiste atteint, pour une capacité convenable des condensateurs, 18 centimètres entre boules et 24 centimètres entre pointes.

En disposant deux groupes de condensateurs en dérivation sur le secondaire, on peut alimenter séparément deux appareils indépendants et avoir ainsi deux sources électriques distinctes de puissances égales ou différentes, en concordance ou en opposition de phase suivant le sens des soupapes ou encore alternatives.

Société des ingénieurs civils de France.

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1900. — M. le Président donne la parole à M. Delmas pour sa communication *sur l'Amélioration des transports en commun à Paris*.

M. Marcel Delmas signale les critiques qui ont paru dans la presse étrangère sur nos transports en commun à Paris.

Il faut y répondre. Il les reconnait fondées, en grande partie, et veut établir les responsabilités. Il prend comme exemple la Compagnie des Omnibus, qui fait à elle seule la moitié de la recette brute de tous les transports parisiens, 47 millions de francs, sur 105 millions, dont 33 millions pour les fiacres.

Pourquoi cette lenteur inqualifiable dont M. Delmas chiffre les vitesses pour un grand nombre de lignes? C'est à cause du système des correspondances, du manque de fréquences des voitures, de l'appel des numéros, des impériales, etc., toutes questions qui dépendent uniquement du cahier des charges et par conséquent du Conseil municipal, auquel doivent remonter la plupart des critiques de la presse étrangère. Il est bien certaines critiques, qui visent exclusivement les Compagnies, telles que le défaut d'éclairage, les démarrages trop lents, et l'emploi de trains de plusieurs voitures. On ne comprend pas du reste ce système d'exploitation parce que le prix de revient du kilomètre-voiture serait le même avec deux automobiles rapides qu'avec un train lent.

M. Delmas montre les avantages du Métropolitain au moyen de chiffres relevés sur la durée des arrêts, les démarrages, les vitesses moyennes, la fréquence. Il montre que la capacité de transport est actuellement limitée à 6 000 voyageurs par heure et par voie, tandis qu'un tramway à la surface arrive à débiter jusqu'à 15 000 voyageurs par voie si la fréquence des départs est suffisante.

Il montre par des chiffres que les tramways de surface sont loin de transporter toute la clientèle possible, tandis que le Métropolitain paraît avoir atteint du premier coup son maximum.

M. Delmas fait des comparaisons de chiffres

avec les transports en Amérique, et conclut à la réduction probable à Paris des fiacres, le prix de revient du kilomètre du fiacre électrique et sa vitesse maximum (dernier concours des fiacres automobiles), ne lui permettant pas de lutter avec un tramway perfectionné composé de voitures légères rapides, fréquentes, bien éclairées, et rarement pleines.

En comparant les chemins de fer de ceinture et autres au Métropolitain, et, se basant sur des diagrammes, on condamne le système des trains lourds, longs et rares, au profit du système des démarrages très rapides, des arrêts très courts, et des stations très rapprochées, pour les services urbains. Le moyen de transport qui débiterait le plus, serait le trottoir roulant, plus encore que les tramways très fréquents, et beaucoup plus que le Métropolitain et le chemin de fer de ceinture.

La vitesse du Métropolitain de 21 km tomberait à 16 km si cette Compagnie pratiquait les arrêts prolongés et les lents démarrages qu'on relève sur les tramways de surface.

M. Delmas conclut à la nécessité d'une transformation complète des tramways de surface, pour en augmenter la rapidité et la capacité, au moyen de diverses réformes qu'il énumère, qui visent beaucoup plus le système d'exploitation que le mode de traction, pour lequel cependant les petites automobiles légères s'imposent.

M. le Président remercie M. Delmas d'avoir apporté à la Société le résultat de ses recherches, il s'associe à la plupart de ses conclusions; toutefois, il pense qu'une comparaison est difficile à faire entre une ville de luxe comme Paris et les villes industrielles des Etats-Unis et d'Angleterre, où plus que partout ailleurs le temps est de l'argent. Les gens pressés prendront le Métropolitain; quant au public des tramways, qui souvent n'est pas pressé, prendra-t-il jamais les habitudes des Anglais et des Américains?

M. Georges Marié demande à M. Delmas s'il ne pense pas qu'on pourrait augmenter notablement la puissance de transport du Métropolitain : 1° en portant le nombre de voitures à huit au lieu de quatre; 2° en allongeant les gares pour permettre de dépasser le nombre de huit voitures.

M. Marié préfère de beaucoup les tramways légers aux tramways à impériale.

M. P. Regnard s'associe complètement aux conclusions de M. Delmas, il est d'accord avec lui en tous les points de son intéressante communication; il rappelle qu'en plusieurs circonstances il s'est élevé contre tous les projets de Métropolitain souterrain, et a préconisé ce qu'un de nos regrettés Présidents avait appelé le Métropolitain à niveau, c'est-à-dire des tramways légers et rapides répandus à profusion.

A ce point de vue l'expérience du funiculaire de Belleville a été tout à fait concluante, car si la traction mécanique a si parfaitement réussi dans la rue de Paris la plus accidentée et la plus tortueuse, étroite en outre et extrêmement fréquentée, il est bien permis d'affirmer qu'elle est, *a fortiori*, applicable partout.

Les perfectionnements récents de la traction électrique par caniveaux souterrains ou au moyen de plots, réduisent à néant les objections des amoureux passionnés de l'esthétique. D'ailleurs, les lignes à trolley, bien plus avantageuses sous le rapport du prix d'installation, n'offusquent point la vue lorsqu'on a soin d'éviter les fils transversaux de support, comme cela a été fait par l'exemple sur l'avenue de la République.

Il est incontestable, par exemple, qu'une ligne de tramways à trolley rendrait de grands services sur les grands boulevards, mais en coûtant bien moins cher que le Métropolitain.

Les pertes de temps énormes dont M. Delmas a donné le désolant tableau, représentent une perte de vie humaine bien autrement considérable que celle causée par les accidents qui se produisent, dont le nombre du reste est loin d'augmenter dans la même proportion que le trafic.

M. Ed. Badois, tout en reconnaissant l'importance des considérations générales qui viennent d'être exposées, croit qu'il faut se garder d'établir des règles absolues sur les chiffres moyens résultant d'exploitations faites dans les villes qui ne sont pas comparables ou même dans des quartiers d'une même ville dont les conditions de topographie et de circulation sont différentes. New-York, ville plate, avec ses grandes avenues parallèles et les habitudes de ses habitants, ne ressemble en rien sous ce rapport à Londres ni à Paris. Ici, il faut tenir compte, dans les quartiers du centre surtout, de la circulation à pied d'une nombreuse population comprenant des femmes, des enfants, des personnes âgées, de celle des fiacres, des camions et autres véhicules, des croisements des rues et autres obstacles, qui ne permettraient pas la succession des tramways à des intervalles aussi rapprochées qu'en Amérique, et qui s'opposent de toute manière aux grandes vitesses préconisées tout à l'heure. Sous ce rapport, le tableau des vitesses moyennes et des durées moyennes des arrêts présenté par M. Delmas, ne semble pas très concluant.

La vitesse de 19 km obtenue au Métropolitain est toute naturelle : la ligne est exclusivement réservée à ses trains, il n'y a pas d'obstacle sur la voie, pas d'arrêt en dehors des stations, aucun retard imprévu. On arrive à 12 km sur la ligne de tramways Bastille-Charenton et à 16 km, paraît-il, sur celle de la Place de la République à Romainville; il ne faut pas attribuer l'obtention de ces vitesses, simplement au peu de durée des arrêts; ceux-ci sont courts parce qu'en dehors des points terminus, ou de quelques autres bien déterminés, il ne descend ou ne monte que peu de voyageurs en route. Si la vitesse est plus grande qu'ailleurs, c'est surtout parce que les voies parcourues sont peu encombrées, et qu'il y a moins d'arrêts. Le tramway de Romainville longe sur une grande longueur le cimetière du Père-Lachaise et ensuite traverse un quartier excentrique où il y a relativement peu d'habitations, où les fiacres sont rares, et les camions encore plus rares.

Ce sont des conditions tout autres que celles de la rue Lafayette, par exemple, sillonnée de voitures de toutes sortes, qui la suivent ou la traversent, y compris les fardiers de pierre descendant de la Villette. Le mouvement y est excessif; les arrêts sont incessants et plus longs en raison du profil accidenté, et du nombre de voyageurs qui assail-

lent à chaque fois la voiture. On y atteint pourtant la vitesse moyenne de 9 km à l heure. Il est douteux qu'un autre système de traction que celui par l'air comprimé puisse satisfaire à ces conditions. Aussi n'est-il pás surprenant de voir ce système s'affirmer de plus en plus.

Le funiculaire de Belleville aussi donne tous les bons résultats indiqués par notre collègue Régnard, mais là encore il répond à un besoin spécial et n'est pas entravé dans sa marche par les fiacres ou par le camionnage, qui se garderaient bien de suivre une rue aussi déclive que celle parcourue par ce tramway *sui generis*, qui n'aurait aucune raison d'être dans une rue ordinaire.

En résume, tout en ayant toujours en vue les principes généraux, il faut tenir compte des conditions de circulation qui en modifient l'application et cela est vrai, surtout à Paris, où ces conditions sont très diverses.

(*A suivre.*)

Nouveau filament pour lampes à incandescence.

M. Carl Kellner, de Vienne, vient de faire breveter un nouveau filament pour lampes à incandescence qui aurait la propriété de transformer en énergie lumineuse une plus grande quantité de l'énergie électrique dépensée que les filaments de carbone actuels.

Ce filament peut être obtenu par deux procédés différents.

Le premier consiste à mouler sous très haute pression un métal très infusible en poudre fine tel que le thorium; après quoi le fil obtenu est oxydé à sa surface en le portant à l'incandescence dans un liquide oxydant ou en l'employant comme anode dans un électrolyte qui se décompose en fournissant de l'oxygène. La couche d'oxyde ainsi formée adhère, parait-il, très fortement au métal sous-jacent.

Dans le second procédé, le filament est constitué par un aggloméré d'oxydes métalliques qui jouissent de la propriété d'émettre la lumière à températures relativement basses avec une petite quantité de cellulose dissoute dans le chlorure de zinc; ces oxydes sont, au préalable, réduits en poudre impalpable. On obtient les filaments par compression après calcination, ce qui transforme la cellulose en carbone amorphe; on soumet ensuite les filaments obtenus à un courant pour transformer de nouveau ce carbone amorphe en graphite de haute densité. — A. B.

Machine électrique à écrire.

Titre plus difficile à établir et à comprendre que la machine elle-même. Cet appareil consiste en une simple machine à écrire dans laquelle un électro-aimant provoque l'abaissement des lettres sur le papier dès que l'on touche légèrement du doigt les leviers correspondants. C'est une invention américaine, mais l'auteur, M. Thaddée Cahill, de Washington ne nous en fait pas ressortir les avantages, aussi ne les voyons-nous que très vaguement. — D.

CORRESPONDANCE

La traction par accumulateurs.

Nous recevons la lettre suivante :

Bruxelles (6, impasse du Parc), le 17 octobre 1900.

Monsieur le Directeur,

Nous voyons dans votre numéro (520) du 15 décembre, la reproduction presque textuelle d'un article anonyme que le journal *L'Industrie* (de Bruxelles) publiait le 2 décembre dernier, à propos de la traction par accumulateurs.

Votre numéro (519) du 8 décembre a donné le texte d'un rapport de la Commission officielle nommée à Berlin, pour étudier la question des accumulateurs, rapport qui condamne les accumulateurs de façon catégorique et formelle.

Aux affirmations du journal *L'Industrie* que vous reprosez, nous avons opposé cet avis des techniciens de Berlin que vous avez publié et nous y en avons ajouté d'autre de diverses autorités en la matière, corroborant les études de nos propres services techniques.

Nous ne citerons ici que les avis que voici :

M. Boulvin, professeur à l'Université de Gand, ancien ingénieur électricien de l'État, aujourd'hui spécialement occupé de questions de tramways, s'explique comme suit : « Voici, d'après moi, quelles sont les considérations générales qui sont assez importantes pour rejeter le système (l'emploi des accumulateurs pour la traction des tramways) sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans l'examen des détails. »

Suit son étude qui mène à cette conclusion :

« Telles sont, à mon avis, les considérations d'ordre général applicables à tous les réseaux et n'ayant rien à voir avec les dépenses d'exploitation, qui doivent *a priori* faire rejeter la traction par accumulateurs. »

M. Eric Gérard, directeur de l'Institut Montefiore, à Liége :

« J'ai le ferme espoir que les inventeurs des batteries secondaires aboutiront à un résultat.., mais il ne me paraît pas qu'on puisse dire, à l'heure actuelle, qu'il existe un système qui résolve complètement le probléme. »

M. Van Vloten, ingénieur électricien, Conseil de la Société Nationale des chemins de fer vicinaux, de la Société Générale des Chemins de fer économiques, etc .. etc...

« Comme suite à la question que vous avez bien voulu me poser relativement au système de traction par accumulateurs dans les voitures, j'ai l'honneur de vous faire savoir que je considère le système en question comme inapplicable pratiquement, s'il s'agit de lignes présentant un service intense et variable. »

Suivent les développements qui arrivent à cette conclusion :

« En résumé, je ne pense pas qu'il puisse venir à l'esprit d'un homme compétent et désintéressé de choisir un tel système pour des lignes urbaines du genre de celles du Boulevard Central. »

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de notre considération distinguée.

L'Administrateur-Directeur-Général,

Jannsen

Président du Congrès des Tramways, à Paris (1900).

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

TELPHÉRAGE AÉRIEN
ET SOUTERRAIN

Dès le début de la traction électrique, alors que l'on se trouvait en présence de multiples difficultés qui semblaient invincibles aux novateurs les plus hardis, le professeur Fleming Jenkin, de l'Université d'Edimbourg, essaya de transformer la question. Il considéra les frais d'établissement d'une voie parcourue à de rares intervalles par un train muni d'un moteur de 75 à 100 chx et les avantages qu'il y aurait, pour l'exploitation de mines et de carrières, par exemple, à substituer à ce mouvement discontinu une suite pour ainsi dire ininterrompue de trains légers actionnés par un moteur de quelques chevaux. Il en arriva progressivement à l'idée d'un conducteur suspendu, facile à isoler, sur lequel des mobiles rouleraient à faible frottement, pourraient franchir des courbes de petit rayon et serviraient ainsi de transporteurs utilisables dans une foule de cas. L'alimentation divisée de la ligne aérienne lui fut suggérée par les précédentes conceptions de M. Ayrton et Perry, et c'est ainsi qu'en 1884 fut inventé le *Telphérage*, le mot et la chose.

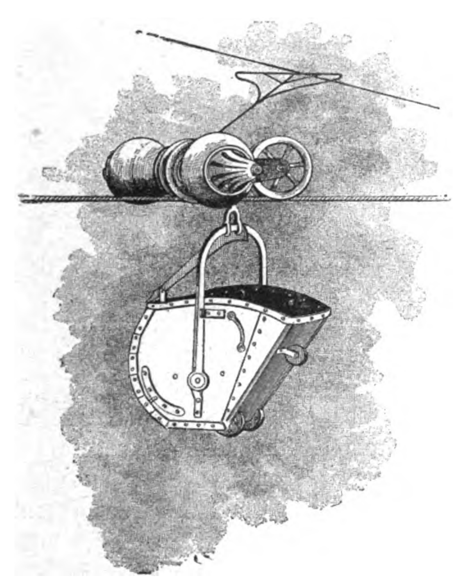


Fig. 1.

Une compagnie se fonda aussitôt, portant ce nom nouvellement créé, le 17 octobre 1885, une ligne d'un mille de long reliant une carrière d'argile à la station de Glynde, dans le comté de Sussex, fut inaugurée et fonctionna avec beaucoup de succès. Cette ligne aérienne franchissait diverses routes pour se relever afin de traverser une rivière naviguable, puis arrivait à la station par une courbe accentuée. Les wagonnets vides revenaient, par une seconde courbe à plus petit rayon, rejoindre parallèlement la ligne d'aller et retournaient à la carrière.

Pour connaître les intéressants détails de cette première installation de transporteurs aériens, nos lecteurs n'ont qu'à se reporter à l'article publié par la *Revue Internationale de l'Electricité* le 5 février 1887; nous nous bornerons à rappeler simplement ici le principe du fonctionnement. Une station génératrice envoyait le courant dans une ligne aérienne portée sur poteaux et sur laquelle roulait une locomotive de deux chevaux remorquant tout un train de dix petits wagonnets suspendus, comme le moteur lui-même, par l'intermédiaire de roulettes à gorge; ils portaient ensemble un poids total de 1, 4 tonne. La manœuvre était des plus simples; l'ouvrier, chargé de desservir la ligne, pouvait, à l'aide d'un interrupteur, arrêter le train à l'endroit voulu et le faire repartir. A l'arrivée de la station, un butoir provoquait l'arrêt et le déchargement automatique des wagonnets.

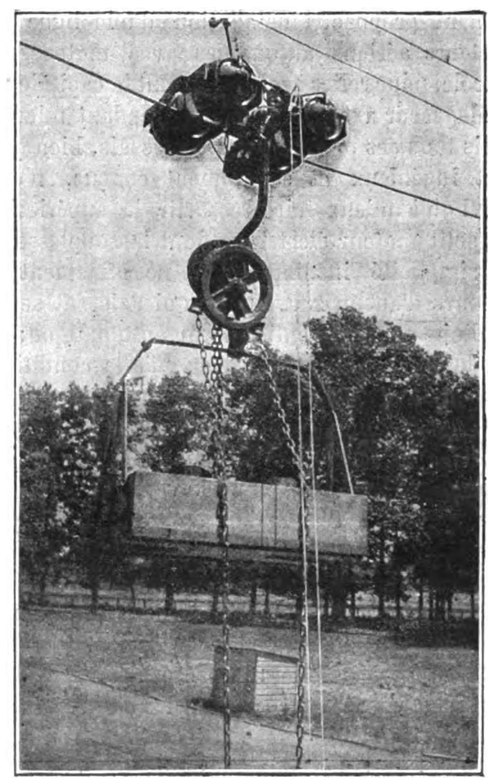


Fig. 2.

Depuis cette époque, délaissé au profit de la

traction électrique sur voie ordinaire qui faisait tous les jours les progrès surprenants que l'on sait, le telphérage aérien se réfugia ici et là, dans de petites installations isolées et inconnues pour la plupart; il essaya, d'un autre côté, de s'affranchir de l'énergie électrique et de demander secours aux moteurs à pétrole sous prétexte d'indépendance plus grande. C'est ainsi qu'en 1898, M. Letourneur-Hugon, ancien officier de marine, et Augier, capitaine du génie, avaient proposé l'installation d'une ligne de porteurs aériens autonomes avec moteurs à pétrole, pour relier provisoirement la capitale de Madagascar avec la côte, en attendant mieux; mais tous ces projets, tous ces essais, bien que fort ingénieux et savamment conçus, n'ont servi qu'à mieux faire ressortir la supériorité du petit moteur électrique dont la souplesse et la simplicité incomparables ne réclament le secours d'aucun surveillant, qui agissent seuls et d'une manière entièrement automatique; le telphérage ne pouvait exister qu'à la condition d'être électrique.

C'est d'ailleurs ainsi que vient de le comprendre la Compagnie relativement nouvelle qui fut fondée à New-York sous le nom de *Consolidated Telpherage* C° et qui, exploitant les divers brevets pris jusqu'ici, a déjà réalisé plusieurs installations importantes dans des usines, des fonderies, des carrières et des mines. En outre de ce telphérage aérien, la Compagnie américaine se propose également d'établir dans les villes tout un service souterrain de transports à l'aide de chariots électromoteurs circulant sur rails, dans des tubes analogues à ceux qui, dans Paris, sont employés à la transmission pneumatique des cartes télégrammes. Nous nous proposons de décrire sommairement ces deux dispositifs.

I. Pourvu de tous les multiples perfectionnements successivement apportés dans la traction électrique, le primitif telphérage aérien de 1884 s'est totalement transformé. Au lieu d'une suite de petits wagonnets remorqués par un moteur unique, les unités sont maintenant absolument distinctes et autonomes. Chaque wagonnet est entraîné par un moteur électrique de puissance variable, depuis une fraction de cheval jusqu'à 8 et 10 chx, roulant, par l'intermédiaire d'une roue à gorge, sur un câble porteur; ce moteur emprunte le courant qui lui est nécessaire à une ligne de transmission, disposée au-dessus de lui, au moyen d'un petit trolley ou d'un archet.

Si nous disons *un* moteur, nous n'employons dans ce cas qu'un terme général qui rend compte de l'ensemble du système, car, en réalité, il y a deux ou quatre petits moteurs disposés de chaque côté de la roulette à gorge de support. Dans le cas d'un *telpher simple*, suivant l'expression adoptée, c'est-à-dire d'un ensemble à deux moteurs, leur induit est enfilé sur le même arbre; une sorte de bâti les enserre et se termine en avant par une roulette directrice qui roule sur le câble porteur. La benne s'accroche à un œil de suspension, disposé sur la partie antérieure du bâti, et la tige du trolley est articulée sur une barre transversale qui est boulonnée elle-même sur les deux branches de la fourche maintenant la roulette directrice. La figure 1 nous montre un telpher simple portant une benne à charbon ou à minerai; la figure 2 représente également le même groupe moteur transportant un plateau monté sur roues, de manière à pouvoir le faire glisser sur le sol ou sur rails jusqu'à sa destination définitive.

Si le telpher est double, il comporte quatre moteurs disposés deux à deux comme précédemment; mais alors il n'y a plus de roulette directrice, puisqu'elle se trouve remplacée par la roulette à gorge qui se trouve entre les deux moteurs de l'avant et la tige du trolley est fixée à la traverse qui relie les deux bâtis. Bien entendu, tous ces ensembles sont soigneusement cuirassés, étanches, à l'abri de l'eau et de la poussière. Nous voyons sur la figure 3 un telpher à quatre moteurs transportant aux usines de Roseville, New Jersey, des pièces de fer. La benne est suspendue à une poulie à gorge avec crémaillère et corde à contrepoids, constituant ainsi une sorte d'appareil de levage. On peut l'abaisser jusqu'au sol et la faire remonter à la hauteur voulue au moyen de cette sorte de treuil à friction; la moyenne du poids transporté à l'aide de cette benne est de 256 kg. Si l'on doit transporter des matériaux dont la forme et le volume rendent inutile l'emploi des bennes tels que des barils, des sacs ou des pièces de bois (fig. 4), on les suspend simplement au moyen de chaînes aux crochets du treuil.

Les arrêts sont ordinairement réglés une fois pour toutes et, par conséquent, le fonctionnement est entièrement automatique.

Chaque telpher, en arrivant à l'une des extrémités de la ligne, passe sur un commutateur disposé soit sur le fil conducteur, soit sur le câble porteur et le courant se trouve interrompu; de même un surveillant, à l'aide d'un interrupteur installé à chaque point terminus,

peut à volonté faire avancer les transporteurs, les arrêter ou leur faire reprendre leur marche; mais ordinairement leur tâche se borne à provoquer un nouveau départ aux stations terminus après le chargement et le déchargement des wagonnets ou des bennes. La vitesse est évidemment variable et d'ailleurs on n'a pas besoin qu'elle soit excessive; elle peut être environ de 10 à 12 milles à l'heure, ce qui représente une moyenne fort acceptable. Dans les courbes et avant l'arrivée aux stations, cette vitesse est réduite automatiquement par des résistances disposées dans le circuit de la ligne à trolley; sur les pentes, des freins électromagnétiques à solénoïdes s'appliquent sur la roulette



Fig. 3.

à gorge dès que la vitesse dépasse une certaine limite.

Comme exemple d'installation, si nous prenons le cas cité plus haut de la fonderie de Roseville, nous voyons que les telphers transportent des poids moyens de 65 kg à la vitesse de 12 milles à l'heure sur une longueur de 200 mètres environ; la puissance nécessaire à ce travail est inférieure à 1/3 de cheval; la consommation s'élève à 2/3 de cheval au démarrage et à 1/2 ch dans les courbes. Ces chiffres déterminent le trafic très peu chargé d'une petite ligne aérienne, puisque, dans d'autres cas, nous relevons des exemples de poids de 200 à 300 kg transportés aussi facilement sur des parcours étendus. En général, on peut dire que la puissance nécessaire pour transporter par ce moyen 500 kg à une vitesse de 300 mètres à la minute est un peu inférieure à 1/2 cheval.

Afin de réduire autant que possible le poids mort suspendu sur le câble porteur, les principales pièces des moteurs sont en aluminium, sauf bien entendu les noyaux de l'induit et de l'inducteur; aussi arrive-t-on au poids total de 90 kg seulement pour tout l'ensemble comprenant, dans l'installation de Roxville, les moteurs, le châssis, le trolley, le treuil et la benne.

Le courant nécessaire à l'alimentation de la ligne peut être emprunté à un réseau d'éclairage lorsque l'usine desservie en possède un, ce qui est souvent le cas. Sinon il faut nécessairement

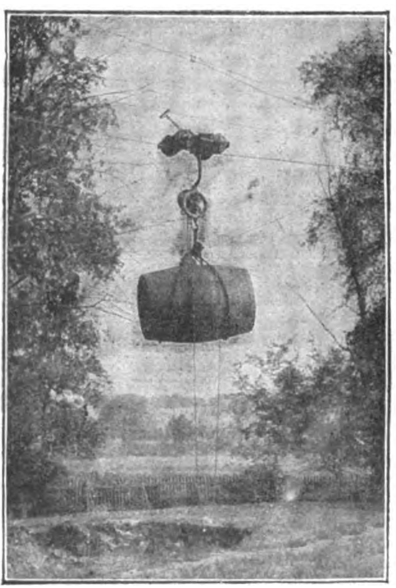


Fig. 4.

avoir recours à une installation particulière et à une station génératrice.

On conçoit sans peine le nombre incalculable d'applications utiles que peut recevoir le telphérage électrique aérien : transport du charbon, depuis les convoyeurs jusqu'à la salle des chaudières dans une station centrale d'électricité; transport du minerai dans une fonderie ou dans une mine jusqu'aux wagons chargeurs; transports de toute espèce dans une exploitation agricole; transport d'une matière quelconque entre les différents bâtiments d'une usine, voire même sur une longue distance, dans un pays montagneux ou accidenté. Ce ne sont là d'ailleurs que de rares exemples de réalisation et même, dans le dernier cas cité, l'installation peut s'effectuer avec la plus grande économie et une rapidité incroyable, puisqu'il suffit de disposer, tous les



cinquante mètres environ, deux troncs d'arbres à peine équarris pour supporter la ligne qu'un câble tendeur maintient rigide de place en place au moyen de crochets-supports métalliques qui relient le câble porteur au câble tendeur disposé au dessus.

II. Le transporteur électrique souterrain de la Compagnie *Consolidated Telpherage* est un dérivé direct du telphérage aérien. Dans l'intérieur des villes, là où il n'est pas possible d'établir des lignes montées sur poteaux, il est pourtant utile d'avoir un transport rapide des petits paquets, lettres, envois postaux, colis de toute espèce, mais de dimensions restreintes et, dans ce cas particulier, les tubes souterrains sont nécessairement tout indiqués. Les tubes ont en moyenne un diamètre de 80 à 90 cm et sont munis de rails d'acier sur lesquels roule un petit train de trois ou quatre wagonnets remorqués par un ensemble de deux ou de quatre électro-moteurs semblables à ceux du telphérage aérien.

L'alimentatation de ces moteurs s'effectue également par trolley comme dans le cas précédent; la ligne de transmission est tendue à la partie supérieure du tube et portée sur des isolateurs. Au moyen d'un commutateur, on provoque le démarrage des trains qui, animés d'une vitesse variant de 20 jusqu'à 35 milles à l'heure, s'en vont parcourir la voie souterraine et s'arrêter automatiquement aux stations voulues. Pour cela (fig. 5) une tige à glissière se dresse à l'avant du telpher; cette tige peut prendre par exemple six positions sur une règle horizontale, si nous supposons six stations intermédiaires; avant le départ elle aura été placée dans la première position A. Au moment d'arriver à la première station, cette tige vient toucher un arrêt dont la position, réglée d'une manière nouvelle, correspond à celle de la tige. Ce contact provoque une interruption de courant dans le circuit des moteurs et le train s'arrête; la figure 5 représente le train arrivant à la station B. Un peu avant les stations, dans les courbes, des résistances disposées sur la ligne, font décroître la vitesse. De même, lorsqu'il y a des croisements de ligne et des embranchements, des commutateurs analogues viennent arrêter tel train, le font repartir et empêchent toute collision. Ce sont, pour ainsi dire, des block-system automatiques, des signaux reçus et enregistrés mécaniquement qui s'échangent entre ces petits trains électriques; ils semblent être dirigés par une intelligence au lieu d'être abandonnés à eux-mêmes.

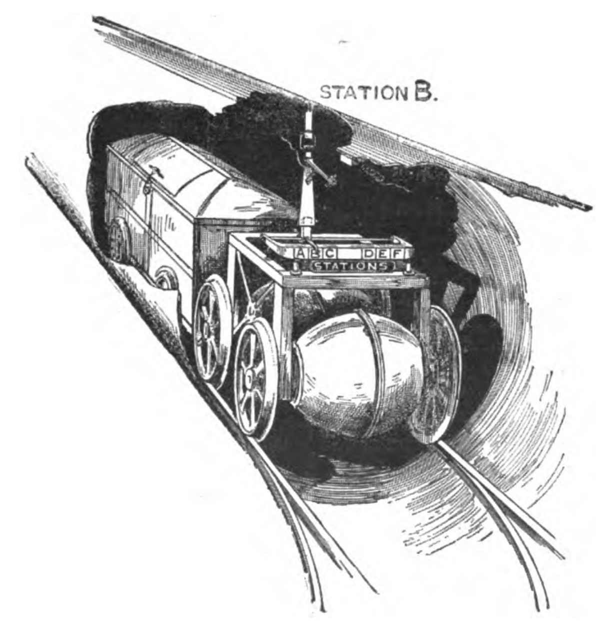


Fig. 5.

Les avantages nombreux que présenterait dans une grande ville l'installation d'un réseau souterrain de transporteurs électriques sont tellement évidents qu'il devient même inutile de les énumérer et de s'y arrêter. A diverses reprises, des tentatives ont eu lieu dans plusieurs capitales européennes pour des installations analogues, et si la réalisation n'a pas encore abouti c'est que d'abord les municipalités se sont

laissées effrayer par des dépenses premières quelque peu élevées et qu'ensuite aucune compagnie organisée n'avait pris en main ces sortes d'exploitations et n'en avait perfectionné le fonctionnement comme vient de le faire la Compagnie américaine. Il y a quelques mois, notre correspondant de Londres nous informait dans ses notes que la municipalité de la vieille cité anglaise avait songé à utiliser de cette manière un ensemble de tubes souterrains antérieurement posés dans le but d'un transport pneumatique. Il est à présumer que les progrès qui viennent d'être accomplis dans cet ordre d'idées hâteront l'exécution de ce projet et même en feront naître certainement d'autres. C'est là toute une nouvelle branche de la traction électrique qu'il convient de ne pas négliger.

Georges Dary.

RHÉOSTATS WARD LEONARD

Ce rhéostat, qui figurait à l'Exposition dans la section des États-Unis, est constitué en principe par une bande mince d'un alliage spécial ayant une haute température de fusion et une résistivité élevée, mais dont le coefficient de variation de résistance avec la température est aussi faible que possible.

Ces bandes minces sont découpées en largeurs variables proportionnellement à l'intensité du courant qui doit les traverser en régime normal. Les rubans ainsi obtenus sont repliés sur eux-mêmes (comme les feuilles d'un éventail) en accordéon de façon à réduire leur longueur, comme on peut le voir sur la figure 1, et ils sont munis, à chaque extrémité, d'un œillet métallique à l'aide desquels on les réunit électriquement à des bornes isolées montées sur une plaque de fonte.

Les bandes ondulées sont placées de champ sur la plaque et réunies à cette plaque par un émail qui les enrobe complètement en les isolant à la fois de la plaque et l'un de l'autre de telle sorte que l'ensemble forme une masse compacte.

L'épaisseur des bandes généralement employées est de 0,05 mm; grâce à cette faible épaisseur et, par suite, à la faible résistance mécanique et au faible volume de la bande, l'émail peut résister sans se craqueler aux contractions et dilatations que le ruban éprouve sous l'élévation de température produite par le passage du courant. On peut même, sans endommager l'isolant, aller jusqu'à la fusion du ruban.

D'ailleurs, l'augmentation d'épaisseur du ruban par l'échauffement en marche normale ne dépasse pas environ $\frac{1}{4000}$ de mm, c'est-à-dire qu'elle est tout à fait négligeable, et l'émail employé pour recouvrir ces rubans est très élastique et a un coefficient de dilatation très voisin de celui des rubans; toutes ces conditions tendent à assurer une bonne marche de l'appareil et le rendent robuste.

La chaleur dégagée se transmet facilement par l'émail à la plaque de fonte; cette plaque, qui porte, sur la face opposée aux rubans, une série de nervures, agit comme radiateur.

La forme des bandes plissées et l'extrême

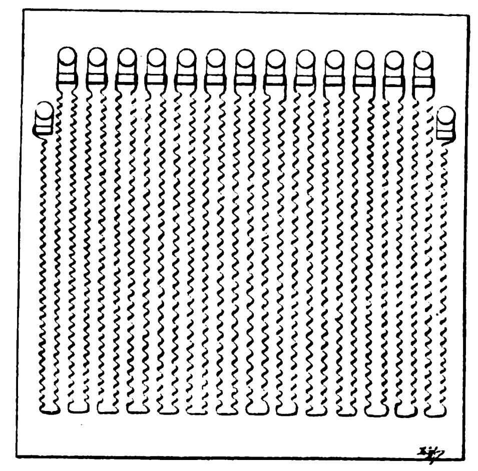


Fig. 1.

finesse de ces bandes permet d'avoir une très grande surface de contact avec l'émail protecteur et, par suite, un refroidissement très actif; la surface du ruban varie suivant la largeur entre 12 et 50 fois celle d'un fil rond de même section.

Sur ce principe, la Ward Leonard Company construit des rhéostats pour des courants variant de 10 à 500 ampères, de résistance ne dépassant pas 50 ohms et pouvant descendre à une fraction d'ohm.

Dans les rhéostats à résistance variable, les bornes auxquelles sont fixées les bandes ondulées, traversent la plaque de fonte et se terminent par des plots. Une manette peut être déplacée sur ces plots de façon à modifier la valeur de la résistance intercalée en circuit.

Ces rhéostats sont généralement utilisés dans les coupleurs pour moteurs, pour les réducteurs de batterie d'accumulateurs et comme rhéostats de champ pour de gros moteurs.

Le modèle de rhéostat émaillé que nous venons de décrire est appliqué aussi aux jeux d'orgues pour théâtres. La figure 2 montre un de ces appareils comprenant huit rhéostats accouplés. Chacun d'eux a sa manette spéciale et peut être manœuvré séparément; les différentes manettes peuvent être rendues solidaires par un emmanchement à baïonnette sur une tige auxiliaire utilisée pour la manœuvre en commun. Ces rhéostats sont gradués de façon à passer in-

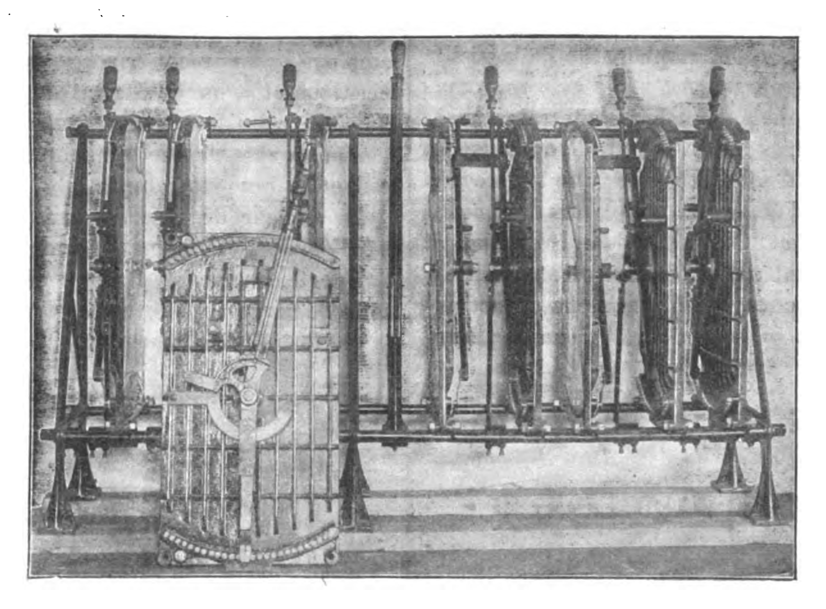


Fig 2.

sensiblement d'un jeu de lumière à un autre. L'indépendance de chacun est obtenue par le montage sur le cadre général, montage qui per-

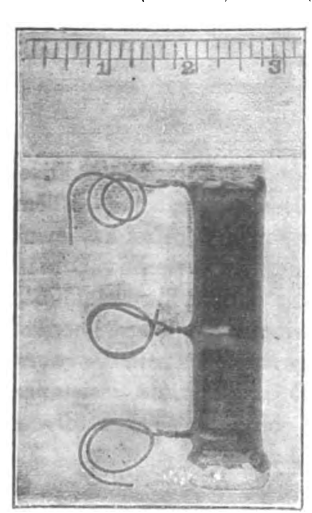


Fig. 3.

met le remplacement rapide d'un rhéostat détérioré.

Dans un autre modèle, spécialement construit pour les rhéostats de démarrage, les bandes métalliques ne sont pas noyées dans l'émail, elles sont isolées entre elles et de la plaque de fonte qui les supporte par des feuilles d'amiante de façon que la plaque ne reçoive qu'une faible partie de la chaleur produite. Sur cette plaque on fixe, à l'aide de quatre boulons, un couvercle creux en fonte qui emboite complètement la plaque et constitue une boite étanche; cet espace vide est rempli de sable fin par un trou ménagé dans le couvercle et que ferme un bouchon à vis.

La chaleur produite par le passage du courant est dissipée, grâce à l'intermédiaire du sable, par le couvercle de fonte qui protège en outre les bandes contre les accidents extérieurs.

Ce modèle à l'avantage sur le précédent de permettre le remplacement facile et rapide des bandes en cas de rupture par fusion ou autre cause. Dans le cas où la fusion d'une bande se produit, il n'en peut résulter aucun accident, car l'arc qui tend à se former est instantanément éteint et l'échauffement ne peut jamais communiquer le feu aux parois contre lesquelles le rhéostat est fixé.

Nous citerons enfin, parmi les appareils exposés par la Ward Leonard C°, les résistances unitaires formées (fig. 3) de fil enroulé sur une carcasse de porcelaine ou de terre que l'on enduit ensuite d'un émail spécial ne laissant sortir que les extrémités renforcées du fil.

Ces résistances peuvent être groupées suivant

les besoins et elles se construisent pour absorber 36,72 ou 125 watts sous une différence de potentiel variant de 2 à 350 volts ; il y en a environ 70 types. Leurs dimensions varient de 5 à 15 cm de longueur sur 1,5 à 1,8 cm de diamètre.

A. BAINVILLE.

SUR L'ÉTUDE DES ORAGES LOINTAINS

PAR L'ÉLECTRO-RADIOPHONE (1)

Une des applications de l'auto-décohérence du charbon (2), qui prendra peut-être une place de quelque importance, est l'étude des orages lointains par l'*électro-radiophone*. Je pense pouvoir donner ce nom à un appareil qui a la propriété de signaler, en les traduisant en sons, les radiations produites par les décharges électriques proches ou lointaines.

Plusieurs physiciens ont combiné, pour l'enregistrement automatique de décharges de l'atmosphère, des dispositifs qui sont fondés sur la propriété radiorévélatrice des tubes à limailles. On a construit ainsi des appareils semblables aux baromètres enregistreurs, qu'on pourrait appeler *électro-radiographes*, lesquels inscrivent d'une façon très régulière les décharges atmosphériques se produisant sur une étendue dont le rayon dépasserait 100 km.

Le professeur Boggio Lera, de Catane (3), au moyen d'une série de relais de différentes sensibilités, agissant en nombre progressif suivant la conductibilité acquise par le cohéreur, est parvenu à faire tracer à son appareil les petits traits plus ou moins longs suivant l'intensité des décharges lointaines. Pendant les mois de septembre et d'octobre, à Intra (lac Majeur, Italie), j'ai fait un certain nombre d'observations par auscultation au moyen de l'électro-radiophone, observations qui m'ont démontré l'utilité de la nouvelle méthode.

Cet appareil est constitué par un cohéreur décohérent au charbon, inséré dans le circuit de l'électro-aimant d'un récepteur téléphonique usuel, et avec un élément de pile sèche. Le cohéreur, qui est un perfectionnement de celui qui a été décrit dans ma Note à l'Académie du 2 avril 1900 (4), ne contient plus aucun contact métallique. Les électrodes sont deux petits cylindres de charbon de lampe à arc, de 4 mm de diamètre, ajustés à frottement doux dans un tube de verre et entre lesquels sont placés de petits grains obtenus par écrasement d'un morceau du même charbon, débarrassés de leur poussière et parfaitement séchés en les faisant rougir à la flamme, ainsi que les électrodes. Celles-ci portent chacune une attache en fil de platine qui permet, une fois le cohéreur réglé à la sensibilité *maximum*, de fermer par fusion les bouts du tube en verre, ne laissant en dehors que les deux boucles en fil de platine. Pour des grains de charbon de 2/10 à 3/10 de millimètre, l'espace entre les électrodes pourra être de 1 mm et rempli à moitié seulement.

Le cohéreur est fixé verticalement dans le tube du cornet téléphonique et inséré dans le circuit de l'électro-aimant ; ainsi, lorsqu'on met le téléphone à l'oreille, le cohéreur se trouve horizontal et les grains produisent une pression égale sur chaque électrode. A cause de la grande porosité du charbon, j'ai dû le renfermer hermétiquement dans le verre *pour maintenir l'invariabilité du champ électrostatique du cohéreur, lequel doit être à l'abri de toute trace d'humidité.*

Dans mes expériences, j'ai reconnu que *l'électro-radiophone permet d'entendre, entre chaque signe de l'électro-radiographe, une quantité de bruits spéciaux donnant l'illusion de se trouver transporté à proximité de l'orage, de façon à pouvoir en écouter directement toutes les phases.*

Mon laboratoire étant seulement à 6 m du sol, j'avais placé comme antennes réceptrices trois fils de cuivre partant d'une fente dans une vitre de la fenêtre. S'élargissant en éventail, ils allaient à une terrasse avec toit, ouverte de tous les côtés. Les extrémités extérieures des trois fils métalliques, terminées par des tubes en caoutchouc, étaient fixées aux isolateurs, en verre paraffiné, dans l'intérieur et en haut, de manière à ne pouvoir jamais être mouillées par la pluie sur les quatre derniers mètres. Les isolateurs se trouvaient à 12 m du sol et à 2 m de distance l'un de l'autre; les fils avaient chacun 30 m de longueur. Dans le laboratoire, la mise à la terre était faite par la conduite d'eau. Afin d'éviter tout danger pour les personnes et pour les appareils, lorsque l'orage se rapprochait trop, j'ôtais les communications avec la terre et avec les fils aériens, qui restaient ainsi isolés aux deux extrémités. Un récepteur téléphonique sur mon bureau et un autre dans ma chambre, avec sonnerie d'appel, me permettaient de suivre de jour et de nuit les degrés d'intensité, et je pourrais presque dire la marche d'un orage lointain sans me déranger.

Je n'ai pas adopté les antennes verticales à cause des plus grandes précautions qu'il aurait fallu prendre pour éviter tout danger. Avec ce dispositif simple, peu coûteux et de toute sûreté, j'ai pu quand même entendre et étudier des orages lointains lorsqu'aucune trace n'en paraissait à l'horizon et par des journées splendides.

Le 29 septembre, jusqu'à midi, le temps avait

(1) Note présentée à l'Académie des Sciences, le 26 novembre 1900.

(2) *Comptes-rendus*, séance du 2 avril 1900.

(3) *Atti dell' Accademia Goenia di Scienze Naturali di Catania*, vol. XIII, 4e série, 20 janvier 1900.

(4) Voir l'*Electricien*, t. XIX, p. 264.

été très beau, mais l'électro-radiophone, depuis le matin, continuait à indiquer, par des bruits très variés et de légers chocs très nets, des décharges se produisant certainement à des distances très grandes. Vers deux heures, la sonnerie se fit entendre et dans le téléphone j'écoutai des bruits de plus en plus énergiques. Il y en avait qui ressemblaient à certains coups de tonnerre prolongés; c'étaient des décharges nombreuses, très rapprochées et d'intensité variable. Ensuite la sonnerie donna des signaux moins distants entre eux et à trois heures trente j'ai dû la mettre hors circuit; elle ne s'arrêtait plus de sonner. Les éclairs devinrent visibles, de gros nuages commencèrent à se former un peu partout, aucun coup de tonnerre ne s'entendait encore, mais, dans le téléphone, les bruits toujours plus intenses se modifièrent tout à coup; j'entendais comme un crépitement très serré, égal et continu; quelques instants après la pluie commença, et en même temps le premier coup de tonnerre se fit entendre très énergiquement. J'avais à peine enlevé les communications qu'un orage d'une force inouïe éclata; des trombes d'eau balayèrent les rues, les éclairs se suivaient presque sans interruption et la foudre tomba en plusieurs endroits très proches. Plus tard, j'ai pu encore écouter dans mon appareil les dernières décharges très lointaines jusqu'à leur complète disparition.

Lorsque le temps changeait sans qu'il y eût d'orage, j'entendais cependant toujours le crépitement caractéristique que je viens de mentionner, fait que j'ai constaté même douze heures avant la tombée de la pluie.

L'électro-radiophone, à cause de sa grande sensibilité et de l'absence de tout réglage, pourra certainement rendre des services sur les navires, non seulement pour déceler les orages et suivre leur marche, mais encore pour distinguer les signaux radiotélégraphiques des autres, dus aux décharges atmosphériques, en utilisant, par exemple, les téléphones sélectifs ou monotéléphones de M. Mercadier.

Th. Tommasina.

INSTRUCTION TECHNIQUE

POUR L'ÉTABLISSEMENT DES CONDUCTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (1).

Texte adopté par le Comité supérieur d'électricité le 31 juillet 1900.

La présente instruction a pour objet de définir les conditions électriques imposables aux installations d'énergie électrique, par application de la loi du 25 juin 1895.

On désignera, dans ce qui suit :

Sous le nom d'installations à haute tension, les installations à courant continu utilisant des tensions supérieures à 600 volts et les installations à courants alternatifs utilisant des tensions maxima supérieures à 120 volts.

Sous le nom d'installation à basse tension, les installations à courant continu utilisant des tensions inférieures ou égales à 600 volts et les installations à courants alternatifs utilisant des tensions maxima efficaces inférieures ou égales à 120 volts.

CHAPITRE PREMIER

Prescriptions techniques spéciales aux conducteurs aériens. — Art. 1er. Supports. — Les supports doivent présenter toutes les garanties de solidité nécessaires.

En particulier, les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité ou du sol.

Art. 2. Isolateurs. — La distance entre deux isolateurs consécutifs ne doit pas être supérieure à 100 mètres, sauf exception motivée.

L'emploi des isolateurs à huile ou à simple cloche est considéré comme insuffisant dans les installations à haute tension.

Art. 3. Conditions spéciales d'établissement des conducteurs aériens. — § 1er. *Résistance mécanique.* — Les conducteurs doivent avoir une résistance suffisante à la traction pour qu'il n'y ait aucun danger de rupture sous l'action des efforts qu'ils auront à supporter.

§ 2. *Conducteurs recouverts d'un isolant.* — Lorsqu'un conducteur est recouvert d'un isolant, la matière isolante doit avoir une épaisseur d'au moins 2 millimètres et être suffisamment protégée, aux points d'attache, contre la détérioration ou l'usure par le frottement.

Cette couverture doit être entretenue en bon état.

§ 3. *Interdiction de l'accès des conducteurs*

(1) Aux termes de l'article 6 de la loi du 25 juin 1895 concernant l'établissement des conducteurs d'énergie électrique, le Comité supérieur d'électricité constitué auprès du Ministère du Commerce et de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, chargé de donner son avis sur les difficultés qu'entraînerait l'application de cette loi, a rédigé, à la date du 5 septembre 1898, une circulaire et une instruction technique destinée à renseigner l'administration et les industriels sur leurs droits et leurs devoirs respectifs.

Une expérience de deux années a montré qu'il convenait d'introduire dans l'instruction technique quelques modifications, et, dans sa séance du 31 juillet 1900, le Comité supérieur d'électricité a adopté un nouveau texte comportant un certain nombre d'additions et de suppressions. C'est ce nouveau texte que nous publions aujourd'hui. Pour faciliter la comparaison avec le texte du 5 septembre 1898, nous avons reproduit les parties supprimées en italique entre crochets, et les parties ajoutées en caractères gras.

au public. — *a.* Les conducteurs doivent être hors de la portée du public (1).

b. Chaque support portera l'inscription : « Défense absolue de toucher aux fils. »

c. Dans le cas de courants continus à tensions supérieures à 600 volts ou de courants alternatifs, le permissionnaire doit munir les supports, sur une hauteur de 50 centimètres à partir de 2 mètres au-dessus du sol, de dispositions spéciales pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs.

En outre, sur les appuis d'angle, on prendra les dispositions nécessaires pour que le conducteur d'énergie électrique, au cas où il viendrait à abandonner l'isolateur, soit encore retenu et ne risque pas de traîner sur le sol.

§ 4. *Traversée des voies publiques.* — Dans le cas de courants continus à tensions supérieures à 600 volts ou de courants alternatifs, un [*filet*] **dispositif** de protection sera établi au-dessous des conducteurs d'énergie électrique, dans toute la partie correspondant à la traversée des voies publiques, rivières et canaux navigables, à moins que le permissionnaire n'ait fait agréer une disposition rendant le conducteur inoffensif en cas de rupture.

La même précaution pourra être imposée dans tous les cas où la chute d'un conducteur serait susceptible de compromettre la sécurité de la circulation.

§ 5. *Traversée des lieux habités.* — Dans la traversée des lieux habités, les conducteurs d'énergie électrique sont, en outre, soumis aux règles suivantes :

Si les conducteurs de la canalisation principale prennent leur appui aux maisons riveraines, ils doivent être placés à 1 mètre au moins des façades, à $0^m,50$ au moins au-dessus des fenêtres les plus élevées et, en tout cas, hors de la portée des habitants.

S'ils passent au-dessus d'un toit, ils doivent en être à une distance de $2^m,50$ au moins.

§ 6. *Branchements particuliers.* — Les conducteurs formant branchement particulier doivent être protégés dans toutes parties où ils sont à la portée des personnes.

Art. 4. Voisinage des lignes télégraphiques et téléphoniques appartenant a l'État. — § 1er. — Dans tous les cas, la distance entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques ou téléphoniques doit être d'un mètre au moins.

§ 2. — Lorsque les conducteurs d'énergie électrique parcourus par des courants dits « à haute tension » suivent parallèlement une ligne télégraphique ou téléphonique, la distance à établir entre ces lignes devra toujours être fixée de manière qu'en aucun cas il ne puisse y avoir de contact accidentel.

Lorsque les conducteurs d'énergie seront fixés sur toute leur longueur, cette distance pourra être réduite à un mètre, comme il est dit ci-dessus (§ 1er). Dans tous les autres cas, elle ne sera jamais inférieure à deux mètres.

Les distances ci-dessus (§ 1 et 2) sont d'ailleurs indiquées sous les réserves spécifiées à l'article 7 de la loi.

§ 3. — Aux points de croisement et dans le cas de courants dits « à haute tension », tout contact éventuel entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques ou téléphoniques préexistants sera prévenu à l'aide d'un dispositif mécanique de garde **ou, à défaut, par une modification des lignes de l'Etat**.

[*Quand il s'agira de conducteurs parcourus par des courants dits « à basse tension » et si le permissionnaire ne veut pas recourir au dispositif indiqué ci-dessus, l'Administration établira, si elle le juge nécessaire...*]. **En outre, l'Administration établira, si elle le juge nécessaire**, aux frais dudit permissionnaire, des coupe-circuits spéciaux sur les fils télégraphiques ou téléphoniques intéressés.

§ 4. — Si l'Administration vient à établir ultérieurement des lignes télégraphiques ou téléphoniques croisant les conducteurs d'énergie électrique, les frais résultant des mesures de précaution indiquées ci-dessus seront à la charge de l'Administration et le permissionnaire sera tenu d'exécuter les travaux qui lui seront indiqués.

Art. 5. Isolement électrique de l'installation. — L'ensemble des conducteurs aériens de l'installation sera établi de manière à présenter un isolement kilométrique minimum de 5 mégohms, s'il s'agit d'installations dites « à haute tension » ou de 1 mégohm, s'il s'agit d'installations dites « à basse tension ».

Dans l'appréciation de cette valeur minimum d'isolement, les agents contrôleurs devront d'ailleurs tenir compte de l'ensemble des mesures périodiques qui doivent être réglementairement effectuées par les exploitants.

CHAPITRE II

Prescriptions techniques spéciales aux conducteurs souterrains. — Art. 6. Conditions générales d'établissement des conducteurs souterrains. — § 1er. *Protection mécanique.* — Les conducteurs d'énergie souterrains doivent être protégés mécaniquement contre les avaries que pourraient leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs ou le choc des outils en cas de fouille.

§ 2. *Conducteurs électriques placés dans une conduite métallique.* — Dans tous les cas où les conducteurs d'énergie électrique sont placés dans une enveloppe ou conduite métallique, ils doivent

(1) Les conditions relatives à la hauteur des appuis au-dessus du sol sont définies par les services de voirie intéressés.



être isolés avec le même soin que s'ils étaient placés directement dans le sol.

§ 3. *Précautions contre l'introduction des eaux.* — Les conduites, quelle que soit leur nature, doivent être établies de manière à éviter autant que possible l'introduction des eaux. En tout cas, des précautions doivent être prises pour assurer la prompte évacuation des eaux et le drainage des fouilles.

§ 4. *Passage sur des ouvrages métalliques.* — Lorsque les câbles seront installés sur un ouvrage métallique, l'établissement de boites de coupure aux deux extrémités de l'ouvrage pourra être exigé de manière à permettre de vérifier aisément si le tronçon ainsi constitué présente la résistance d'isolement prescrite par l'article 11 ci-dessous.

Art. 7. Voisinage des conduites de gaz. — Lorsque, dans le voisinage des conducteurs d'énergie électrique, il existe des conduites de gaz et que ces conducteurs ne sont pas placés directement dans le sol, le permissionnaire doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la ventilation régulière de la conduite renfermant les câbles électriques et éviter l'accumulation des gaz.

Art. 8. Voisinage des conduites télégraphiques ou téléphoniques. — § 1er. — Lorsque les conducteurs d'énergie électrique suivent une direction commune avec une ligne télégraphique ou téléphonique, une distance d'au moins un mètre en projection horizontale doit exister entre ces conducteurs et la ligne télégraphique ou téléphonique sous les réserves spécifiées à l'article 7 de la loi.

§ 2. — Aux points de croisement, les conducteurs d'énergie électrique doivent être placés à une distance minimum de 0,50 m des conduites télégraphiques ou téléphoniques, à moins que la canalisation ne présente en ces points les mêmes garanties, au point de vue de la sécurité publique, de l'induction et des dérivations, que les câbles concentriques ou cordés. à enveloppe de plomb et armés.

Art. 9. Regards. — Les regards établis par le permissionnaire ne doivent renfermer ni tuyaux d'eau, de gaz, d'air comprimé, etc., ni conducteurs d'électricité appartenant à un autre permissionnaire.

Les regards doivent être disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Les plaques des regards doivent être convenablement isolées par rapport aux conducteurs d'énergie électrique.

Art. 10. Branchements. — Les conducteurs d'énergie électrique formant branchements particuliers doivent être recouverts d'un isolant protégé mécaniquement d'une façon suffisante, soit par l'armature du câble conducteur, soit par des conduites en matière résistante et durable.

Art. 11. Isolement électrique de l'installation. — Le réseau de conducteurs doit être disposé de telle manière qu'on puisse débrancher les canalisations privées et diviser en tronçons la canalisation principale.

La résistance absolue d'isolement de chaque tronçon entre les conducteurs et la terre, exprimée en ohms, ne doit jamais être numériquement inférieure à cinq fois le carré de la plus grande différence de potentiel efficace entre les conducteurs, exprimée en volts.

CHAPITRE III

Tramways a traction électrique

Art. 12. Voies. — La conductibilité de la voie devra être assurée dans les meilleures conditions possibles.

La perte de charge kilométrique le long de la voie ne devra pas dépasser 1 volt [*Des précautions spéciales pourront...*]. **Toutefois, dans certains cas particuliers, une perte de charge supérieure pourra être autorisée. Dans tous les cas, des précautions spéciales pourront,** en outre, être prescrites en vue de protéger les masses métalliques de toute nature contre l'action des courants de retour.

Lorsque la voie passera sur un ouvrage métallique, elle devra être, autant que possible, isolée électriquement du sol dans la traversée de l'ouvrage. Les connexions devront être établies de telle sorte que la chute de potentiel entre les deux extrémités de l'ouvrage ne dépasse pas, en marche normale, 0,25 volt. Des mesures d'espèce pourront enfin être prescrites en vue d'atténuer la différence de potentiel entre la masse de l'ouvrage et le sol toutes les fois que cela sera jugé nécessaire.

Les limites indiquées ci-dessus devront s'appliquer uniquement aux pertes de charge moyennes rapportées à la durée de marche.

Art. 13. Fil de trolley. — Des dispositifs destinés à protéger mécaniquement les lignes télégraphiques ou téléphoniques contre les contacts avec le fil de trolley devront être établis à tous les points de croisement.

Art 13 *bis.* — **Les fils de suspension du conducteur de trolley doivent être isolés avec soin de ce conducteur et de la terre.**

Art. 14. Cas particulier du montage avec fil neutre. — L'emploi de deux fils de trolley supportés par un même appui sera admis lorsque le montage de l'installation comportera l'emploi des voies de retour comme fil neutre.

Art. 15. Prescriptions générales. — Sous réserves des prescriptions ci-dessus, il sera fait application aux installations de tramways de toutes les dispositions énoncées dans les chapitres I et II, et applicables en l'espèce.

CHAPITRE IV

dispositions générales

Art. 16. Dispositions générales. — Il est interdit d'employer la terre comme partie de circuit.



Art. 17. Transformateurs. — Toutes les parties accessibles des transformateurs devront être mises soigneusement à la terre.

L'isolement entre chacun de leurs circuits ainsi qu'entre le primaire et la terre ne devra jamais être inférieur à 100 mégohms, mesuré à froid (15° environ) ou 10 mégohms mesuré à chaud (70° environ).

Art. 18. Voisinage des poudreries et poudrières. — Aucun conducteur d'énergie électrique ne peut être établi à moins de 20 mètres d'une poudrerie ou d'un magasin à poudre, à munitions ou à explosifs, si ce conducteur est aérien, de 10 mètres si ce conducteur est souterrain.

Cette distance se compte à partir de la clôture qui entoure la poudrerie ou du mur d'enceinte spécial qui entoure le magasin. Si ce mur n'existe pas, on devra considérer comme limite dudit magasin :

1° Le pied du talus des massifs de terre recouvrant les locaux, si ceux-ci sont enterrés;

2° Les points où émergent les gaines ou couloirs qui mettent les locaux en communication avec l'extérieur, si ceux-ci sont souterrains.

Art. 19. Exceptions. — Les demandes relatives à des installations comportant des tensions **égales ou** supérieures à 10 000 volts ou des dispositions techniques non prévues dans la présente instruction, ou des dérogations à cette instruction, sont réservées à l'examen et à la décision de l'Administration supérieure.

Art. 20. Responsabilité du permissionnaire. — Il demeure entendu que nonobstant les autorisations obtenues et l'application des dispositions ci-dessus, le permissionnaire est responsable vis-à-vis des tiers des accidents qui résulteraient de ses travaux ou de la présence de ses conduites et des conducteurs d'énergie électrique qu'elles contiennent.

Circulaire n° 17, relative aux précautions à prendre pour l'établissement de lignes télégraphiques ou téléphoniques dans le voisinage d'installations électriques industrielles.

Monsieur le Directeur, aux termes de l'instruction technique annexée à la circulaire numéro 43 du 5 septembre 1898 et établie en exécution de la loi du 25 juin 1895, les concessionnaires de canalisations électriques industrielles doivent, lorsque leurs conducteurs se trouvent dans le voisinage des lignes de l'Etat, se conformer à certaines règles nettement définies.

L'observation des mêmes règlements s'impose rigoureusement aux services de l'Administration des postes et télégraphes toutes les fois que des lignes télégraphiques ou téléphoniques doivent être installées dans le voisinage de conducteurs d'énergie préexistants.

Or je suis informé que certaines lignes ont été construites sans que toutes les prescriptions de l'instruction technique aient été observées, notamment aux points de croisement avec les conducteurs industriels.

Dans de telles conditions, il paraît difficile que les services locaux puissent exiger des industriels l'observation de prescriptions qu'ils n'observent pas eux-mêmes. J'attire tout particulièrement votre attention sur ce point et je vous invite à tenir sévèrement la main à l'observation rigoureuse des prescriptions énoncées aux articles 4 et 8 de l'instruction technique. Au cas où la construction de nouvelles lignes de l'Etat nécessiterait le déplacement de conducteurs appartenant à des industriels, ce déplacement devra être exigé et l'Administration supportera les frais des travaux qu'elle aura provoqués. Il est bien entendu que ces déplacements ne devront être exigés que s'ils sont absolument indispensables.

Dans tous les cas, les lignes de l'Etat devront être construites en observant les distances réglementaires. Aux points de croisement, les dispositifs mécaniques de garde reconnus nécessaires devront être installés et maintenus en bon état.

Le Sous-Secrétaire d'Etat des Postes et des Télégraphes,

Léon Mougeot.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 31 décembre 1900.

Observations sur l'arc à courant continu. — Un très intéressant travail vient d'être présenté à l'Institution des ingénieurs électriciens de Londres par M. K.-W. Duddell sur les variations rapides d'intensité dans un arc à courant continu. L'auteur commence par faire remarquer l'apparente contradiction qui réside dans ce titre, car il ne devrait pas y avoir de variations dans le courant qui traverse un arc à courant continu. Il explique donc d'abord ce terme de courant continu en ce sens qu'il veut simplement dire par là qu'il est produit par des éléments de piles ou bien encore par une dynamo à courant continu, et non pas impliquer en même temps que le courant soit nécessairement constant comme valeur. M. Duddell montre que c'est à M. Ayrton que revient l'honneur d'avoir étudié d'une manière spéciale et très complète l'arc à courant continu et ses variations. M. Ayrton a aussi recherché tous les changements brusques qui se produisaient dans l'intensité du courant; ces recherches contiennent une seule lacune relative aux expériences à faire pour étudier les phénomènes qui peuvent se produire par suite des variations d'intensité. M. Duddell a comblé cette lacune ou, du moins, il l'a essayé en donnant une description détaillée de ce qui survient lorsque le courant varie périodiquement plus ou moins rapidement d'une

valeur qui est très petite, comparée avec la valeur moyenne. L'intensité d'un courant dans un arc à courant continu, alimenté par une source d'énergie quelconque, peut varier soit à cause des modifications survenant dans le circuit, comme par exemple des variations dans la force électromotrice ou dans la résistance, ou à cause des effets dus à l'arc lui-même, comme le sifflement et le ronflement. Bien qu'aucune variation dans le courant ne provoque naturellement une variation correspondante dans l'arc lui-même, M. Duddell pense qu'il serait intéressant de classer les effets observés, suivant qu'ils proviennent d'une cause primitive de variation dans l'arc ou dans le circuit de distribution. Dans une première partie, le conférencier parle des causes de variations dans le circuit alimentant l'arc. Il dit que les effets de variations du courant doivent être divisés en quatre sections principales, c'est-à-dire : effet sur la différence de potentiel aux bornes de l'arc, sur la lumière émise, sur la forme des cratères, sur la colonne des vapeurs. Ces quatre points sont examinés dans leur ordre énoncé, l'auteur supposant que l'amplitude de variation du courant est beaucoup inférieure à 10 0/0, et que l'arc expérimenté n'a ni sifflements ni ronflements. M. Duddell, dans la dernière partie de son étude, dit qu'une variation très minime pourra suffisamment altérer la colonne de vapeur de l'arc pour produire des ondes sonores. L'arc, comme un téléphone récepteur, est très facilement impressionnable; ce fait que l'arc est très sensible aux petites variations d'intensité a suggéré la pensée que la lampe à arc à courant continu pouvait être employée comme récepteur téléphonique. Avec certains dispositifs convenables et appropriés, l'on pourra parler très clairement et être entendu distinctement jusqu'à 3 et 4 mètres de distance dans une salle silencieuse. L'auteur donne une démonstration expérimentale de ce phénomène.

En considérant l'arc comme un téléphone transmetteur, M. Duddell dit que l'arc à courant continu n'est pas seulement extrêmement sensible aux petites variations d'intensité, quelle que soit leur fréquence, mais aussi qu'il est affecté par toutes les modifications extérieures, comme celles que produisent les ondes sonores. Cette sensibilité peut-elle être utilisée en télégraphie et en téléphonie? c'est ce qu'il reste à expérimenter. La deuxième partie de ce travail contient des observations sur les variations et leurs effets; puis, quant au ronflement de l'arc, l'auteur déclare qu'en outre de l'espèce de rotation qui se produit dans ce ronflement de l'arc et de la variation d'intensité observée par M. Trotter, il a trouvé que la différence de potentiel varie légèrement avec la même fréquence, et de telle sorte que toutes ces variations et ce mouvement sont de même sens et proportionnels à la hauteur du son émis. Les observations de M. Duddell sur le sifflement développent et confirment les principes fondamentaux posés à ce sujet par M. Ayrton qui a découvert la cause du sifflement de l'arc. Les sons émis par des arcs très courts ou très longs sont ensuite sommairement examinés. M. Duddell parle alors de la question des arcs intermittents et musicaux; il montre qu'un arc à courant continu de longueur convenable, éclatant entre des crayons de charbon, donnera une note musicale s'il est mis en dérivation avec un condensateur, monté lui-même en série avec une bobine de self-induction, même si la somme d'énergie est parfaitement constante et si l'arc est protégé, autant que possible, contre toute cause de troubles extérieurs. Les expériences qui démontrent l'existence de ces notes musicales sont très intéressantes; des airs nationaux ont pu être joués devant l'auditoire.

Il est important de faire remarquer, pour ceux qui voudraient répéter les expériences eux-mêmes, que l'auteur a établi une suite de chiffres donnant les conditions favorables au fonctionnement pour arc en vase clos ou pour arc à l'air libre. Ces chiffres n'ont pas même besoin d'être rigoureusement appliqués, car l'arc musical peut fonctionner sous des conditions assez différentes; il mentionne toutefois que les condensateurs appropriés doivent être à très haute tension car, bien que la différence de potentiel de l'arc ne soit que de 50 volts, celle du condensateur atteint plusieurs centaines de volts. A la suite des expériences ci-dessus indiquées, le conférencier essaya de remplacer les électrodes de charbon par du métal et il trouva qu'en essayant de mettre en dérivation un condensateur, le fonctionnement ne se produisait pas. Après d'autres observations à ce sujet, l'auteur pose les conclusions suivantes :

Si le courant augmente brusquement d'intensité dans un arc à courant continu éclatant entre des électrodes de charbon, la différence de potentiel augmente proportionnellement pendant 1/5000 de seconde environ; au bout de ce temps, cette différence de potentiel décroit dans les mêmes proportions. Si l'intensité varie de 3 pour 100 environ et si la fréquence de ces variations atteint même 4300 par seconde, il se produit des variations correspondantes dans le cratère positif, dans la colonne de vapeurs et dans la lumière émise.

Une variation périodique rapide altérera suffisamment la colonne de vapeurs pour produire des ondes sonores et il se produira toujours des sons, même si les fréquences sont de 30 000 par seconde.

Si les sons se produisent, l'arc sera affecté par toutes les causes extérieures les plus petites et il peut être employé comme transmetteur ou récepteur téléphonique. Dans le ronflement d'un arc à courant continu, la force électromotrice, l'intensité et la lumière émise varient périodiquement, la fréquence de ces variations étant la même que celle de la rotation de l'arc et de la hauteur du son émis. Dans le sifflement de l'arc à courant continu, la différence de potentiel, l'intensité et la lumière émise varient d'une manière très irrégulière, les plus grandes et les plus lentes variations correspondent à une rotation de l'arc, tandis que les plus faibles et les plus rapides sont propres au sifflement, c'est-à-dire que l'oxygène de l'air pénètre à la surface des cratères, ainsi que cela a été démontré par Mme Ayrton. Dans certaines conditions, l'arc à courant continu émettra des notes musicales lorsqu'il sera monté avec une bobine de self-induction et un condensateur. Lorsqu'il émettra des notes musicales, l'arc transformera l'énergie à courant continu en énergie à courants alternatifs; la fréquence de ces derniers étant déterminée par la self-induction, la capacité et la résistance effective du circuit d'oscillation. La hauteur de la note émise pourra être employée comme point de comparaison de self-induc-

tions et de capacités. Si un arc à courant continu est mis en dérivation avec un condensateur de plusieurs microfarads de capacité, l'arc s'éteindra généralement si les électrodes sont métalliques, la résistance en série sur l'arc étant non inductive; si la résistance en série est très inductive alors, quand l'arc métallique s'éteindra, la différence de potentiel s'élèvera brusquement entre les électrodes.

***

Signaux sur les chemins de fer électriques. — Trois conférences sur ce sujet viennent d'être faites dans la dernière réunion générale de l'Institution des Ingénieurs civils de Londres. Les orateurs ont décrit avec plus ou moins de détails les méthodes de signaux employées sur les chemins de fer électriques souterrains Waterloo and City et sur le chemin de fer aérien de Liverpool; le troisième travail consistait en une note sur la connexion reliant les appareils de signaux. Ces rapports viennent à point, car on prépare en ce moment l'équipement de plusieurs autres lignes de traction électrique. Celle de Waterloo and City mesure 1,5 milles de long; elle est pourvue de deux postes de signaux, un à chaque extrémité; le poste de Waterloo contient 16 leviers et celui de l'autre station terminus 18 leviers. La ligne est cependant pratiquement divisée en deux sections bloquées par l'intermédiaire de signaux, environ à moitié chemin entre les stations, ces signaux consistant en une lampe électrique placée sur le mur du tunnel et commandée des deux postes par l'intermédiaire de barres de contact. En outre du système ordinaire de blockage, un ensemble de signaux électriques Sykes a été introduit dans cette ligne et, de plus, des pédales de sûreté sont fixées à petite distance des signaux, de manière que le courant des moteurs électriques du train soit coupé automatiquement dès que ce train vient à passer sur la pédale si le signal est déclenché et indique *danger*. Toutes les lampes des signaux et disques sont des lampes à incandescence de 8 bougies placées en double et qui sont répétées dans les postes de signaux comme lampes témoin. Ce travail a été lu par M. A. Szlumper.

La conférences sur les signaux du chemin de fer aérien de Liverpool a été faite par un ingénieur de cette Compagnie, M. G.-B. Cottrell. Ce chemin de fer avait été primitivement construit pour faciliter le transit des voyageurs allant aux docks ou en revenant, mais il s'est peu à peu développé sur une étendue de 7 milles. Primitivement aussi, il y avait beaucoup de stations et de simples signaux électriques; mais avec les extensions, il a fallu avoir un système automatique supplémentaire de blockage aux points terminus et aux branchements des extensions. Les stations intermédiaires sont divisées en 14 sections; chaque block commande du commencement d'une station et comme la distance était courte, chaque station comprenait seulement quatre signaux, c'est-à-dire un signal de station et un signal de départ pour chaque voie; ces derniers servant en réalité de signal pour les stations précedentes. Un train quittant une station passe sur une pédale et met le signal sur danger; il passe ensuite sur une autre pédale qui remet le signal en place, tandis que le signal suivant indique à nouveau *danger* et ainsi de suite.

Le courant qui actionne les signaux est emprunté à une batterie d'accumulateurs sous une tension de 50 volts; deux groupes de 27 éléments sont disposés à chaque station et sont chargés en série par une station génératrice. Ces accumulateurs fournissent également l'éclairage des stations. La dépense d'énergie électrique est très minime. Chaque station comprend quatre signaux et chacun fonctionne avec un courant de 5 ampères sous 40 volts pour le déclenchement qui persiste à l'aide d'un courant de 0,25 ampère. Avec un service toutes les trois minutes pendant un jour de 20 heures, chaque signal sera donc déclenché 400 fois et exigera une dépense de 2000 ampères-seconde, c'est-à-dire 0.5 ampère heure par signal et par jour. La station complète demandera 80 watts-heure par jour et le système entier 1040 watts-heure; mais ces chiffres ne comprennent pas les dépenses pour la persistance des signaux. Si l'on suppose que chaque signal persiste pendant 1,5 minute, il y aura 600 minutes par jour exigeant 150 ampères-minute ou 2,5 ampères-heure, c'est-à-dire cinq fois le temps nécessaire au déclenchement. Dans le premier mois du fonctionnement, il y a eu à noter quelques manques et interruptions de signaux, mais le nombre a été réduit à un tel point que l'on ne compte plus qu'un dérangement pour 14 156 857 opérations.

BIBLIOGRAPHIE

L'Electricité à la portée de tout le monde, par Georges Claude. Un vol. in-8° de 334 pages avec 178 figures. Prix : 6 francs (Paris, librairie Veuve Dunod).

« Ce que veulent en somme tous ceux qui pour « une raison ou pour une autre ont affaire au côté « pratique de l'électricité, ce n'est pas en apprendre « *la nature*, ce n'est pas en connaitre le *pourquoi*, « c'est tout bonnement se rendre un compte suffi- « samment exact *des effets* qu'elle produit. »

C'est ainsi que l'auteur définit lui-même le but qu'il s'est proposé d'atteindre en publiant cet ouvrage.

Laissant absolument de côté la classique méthode suivie dans tous les traités, M. Claude a surtout cherché à se mettre à la portée de tous les lecteurs en présentant des faits appuyés par l'expérience et en les expliquant et les appuyant de raisonnements faciles à comprendre.

Les différents chapitres se succèdent dans l'ordre qui paraissait le plus susceptible de faciliter la compréhension des lecteurs n'ayant aucune notion d'électricité.

Les applications domestiques de l'électricité y sont largement traitées, car, comme le dit justement l'auteur, c'est par ces applications que le débutant apprend à aimer l'électricité et il lui donne à cet effet tous renseignements nécessaires pour exercer son ingéniosité.

Pour faire connaitre le plan de cet utile et intéressant livre, nous ne saurions mieux faire que d'énumérer sommairement les sujets des divers

chapitres : Premières constatations, mesure des phénomènes électriques, considérations sur les piles usuelles, notion de résistance, puissance, la lutte contre la résistance intérieure des piles, couplage des piles et des résistances, principe des instruments de mesure, calcul d'une installation d'éclairage par piles, électrochimie, applications de l'électrochimie, induction magnétique, applications des électro-aimants principe des machines à courant continu, examen de quelques types de machines à courant continu, moteurs à courant continu, applications des moteurs, self-induction, application de la self-induction, induction mutuelle, bobine de Ruhmkorff, la capacité, haute fréquence, courant alternatif simple, alternateurs et transformateurs.

Comme on le voit par cette rapide énumération, tous les principaux phénomènes électriques sont successivement examinés et ils sont présentés sous une forme simple qui permet de les comprendre.

C'est un nouveau mode de vulgarisation qui certainement portera ses fruits, les lecteurs de l'ouvrage de M. Claude étant ainsi préparés à une étude plus complète de la science électrique qu'ils pourront ainsi aborder avec moins de difficulté.

J. A. M.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

SÉANCE DU 24 DÉCEMBRE 1900. — M. J. Violle présente une note de M. H. Chevailier, intitulée : *Les modifications permanentes des fils métalliques et la variation de leur résistance électrique* dans laquelle l'auteur déduit des expériences qu'il a faites que les variations permanentes de la résistance sont plus grandes lorsque la température est oscillante que lorsqu'elle est fixe (1).

M. G. Lippmann présente une note de M. René Paillot *sur la force électromotrice d'aimantation*, dans laquelle l'auteur expose ses recherches sur des champs magnétiques très intenses et arrive à cette conclusion que pour un échantillon de fer et un acide donnés, la force électromotrice d'aimantation tend toujours vers une limite déterminée. La valeur de cette limite dépend un peu de l'échantillon de fer et de l'acide employés (2).

M. Lippmann présente également une note de M. J. Borgman, ayant pour titre : *Luminescence d'un gaz raréfié autour des fils métalliques communiquant à l'un des pôles d'une bobine de Ruhmkorff*. M. Borgman expose dans cette note quelques nouvelles observations sur les phénomènes lumineux observés dans un tube en verre rempli d'un gaz plus ou moins raréfié et muni d'un fil de platine, tendu suivant l'axe du tube, quand une extrémité du fil communique par un condensateur à l'un des pôles d'une bobine de Ruhmkorff, dont l'autre pôle était mis à la terre et quand les pôles étaient branchés par un excitateur à étincelles (1).

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXI, n° 26, p. 1192.
(2) *Ibid.*, p. 1194.

Une note de MM. Foveau de Courmelles et G. Trouvé est aussi présentée par M. Lippmann. Cette note donne la description d'un *appareil permettant diverses applications physiologiques de la lumière produite par une lampe à incandescence* (2).

M. Mascart présente une note de M. A.-B. Chauveau *sur l'électricité atmosphérique d'après les observations à la tour Eiffel et au Bureau central météorologique* donnant un résumé de l'ensemble des observations sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique depuis 1893 jusqu'en 1899 (3).

M. E. Guarini adresse une note sur : « La décharge continue et ses effets dans un circuit induit ».

Société des ingénieurs civils de France.

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1900

(*Suite et fin*) (4).

M. L. de Chasseloup-Laubat présente quelques observations sur le travail très intéressant de M. Delmas. Il rappelle qu'il a eu l'occasion d'habiter assez longtemps les Etats-Unis, notamment pendant toute la durée de l'Exposition de Chicago où il y a eu parfois des foules énormes, puisqu'un jour, plus de 700 000 personnes sont entrées à l'Exposition. Or, cette Exposition étant loin du centre de la ville, tous les visiteurs y étaient transportés soit par bateaux, soit par tramways, soit par chemins de fer. Il connait également bien New-York.

Aussi, sans entamer la question des automobiles et de la plate-forme, il demande à faire les observations suivantes sur les tramways et le Métropolitain. M. de Chasseloup-Laubat estime que le système actuel des transports en commun dans les rues de Paris est absolument scandaleux. Il n'y a qu'en France que les gens acceptent de rester ainsi sous la pluie et de piétiner dans la boue en tenant à la main des numéros et des correspondances, avec le vague espoir de trouver peut-être une place dans un tramway ou omnibus. Ce spectacle est une honte pour une ville comme Paris. C'est sans doute la longue habitude invétérée de se soumettre à l'omnipotence de l'administration qui fait tolérer ainsi un état de choses absolument intolérable. Avec une organisation de transports en commun qui paraitrait idéale aux Parisiens, on a vu éclater des émeutes aux Etats-Unis.

Il faut absolument abolir le système des correspondances et des contrôles en station. Le contrôle doit se faire en route.

En ce qui concerne le matériel, il n'est pas douteux que les seules solutions acceptables sont celles qui comportent des véhicules ne contenant pas en eux-mêmes la force motrice, mais la prenant le long d'une ligne extérieure : c'est dire qu'il faut condamner l'emploi des automotrices par rails, et n'admettre, au contraire, que les lignes à câble

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXI, n° 26, p. 1196.
(2) *Ibid.*, p. 1198.
(3) *Ibid.*, p. 1264.
(4) Voir n° 523, page 14.

mobile, ou mieux encore, les lignes électriques.

En effet, les automotrices sont beaucoup plus lourdes, toutes choses égales d'ailleurs, que les voitures à câble ou que les voitures électriques. Il en résulte que, pour les premières, les démarrages et les arrêts sont plus lents, et que les accidents sont plus à craindre tant en nombre qu'en gravité.

Mais il convient d'ores et déjà de faire remarquer que le choix du système se lie à la sempiternelle question des abus des pouvoirs publics.

L'automotrice n'est qu'un instrument de transition. L'avenir est évidemment à l'électricité, bien qu'il ne faille pas faire fi des lignes à câbles, qui constituent une excellente solution dans les terrains accidentés : certains quartiers de San Francisco seraient très difficilement habitables sans les lignes à câbles, tant est considérable la pente des rues.

Sans avoir étudié spécialement la capacité de transport du Métropolitain de Paris, M. L. de Chasseloup-Laubat ajoute qu'il parait bien difficile d'admettre, d'après ce qu'on y voit, que l'on ne puisse pas y augmenter l'intensité de la circulation.

Contrairement à ce que l'on pense souvent, il n'y a aucune espèce d'inconvénient, ni au point de vue des démarrages, ni au point de vue des arrêts, à augmenter la longueur des trains, lorsqu'on dispose de freins continus et d'une force motrice très considérable, ce qui est le cas des lignes électriques.

Les solutions à donner aux transports en commun dépendent de la physionomie de chaque ville, des mœurs de ses habitants et de la façon dont l'existence y est organisée.

Il n'est certainement pas exact de prétendre que le public parisien soit indifférent à la vitesse des moyens de transport : la preuve en est dans le succès que le Métropolitain a obtenu, même dans certaines classes qui, par éducation et genre de vie, y paraissaient absolument réfractaires.

Mais, d'un autre côté, le public parisien, — ou du moins la partie la plus éclairée du public parisien, — ne désire pas voir défigurer notre magnifique cité en la livrant tout entière aux Compagnies de tramways.

Il ne faut pas, en effet, oublier que, lorsque les tramways sont trop rapprochés, la circulation devient presque impossible pour tous autres véhicules que les tramways. C'est ce dont il est facile de se convaincre à Chicago et New-York, certains jours de grande foule; et pourtant les rues des villes des Etats-Unis sont généralement beaucoup plus larges que les nôtres.

Quant aux parties de New-York (la portion sud-est de l'île de Manhattan) où la largeur moyenne des voies de communication se rapproche de celle des nôtres, la circulation finit par y devenir presque impossible non seulement pour les véhicules autres que les tramways, mais pour les tramways eux-mêmes. Et pourtant New-York a déjà un Métropolitain surélevé.

En fin de compte, malgré les tramways à circulation intensive et le Métropolitain surélevé, la ville de New-York sera probablement forcée d'en arriver à un Métropolitain souterraiu, ce qui prouve bien que chaque système répond à des besoins particuliers. Il n'est donc pas exact de dire que les tramways à eux seuls peuvent donner toutes les satisfactions désirables, alors même que l'on admet la possibilité de leur livrer presque entièrement les voies publiques.

Il convient enfin d'appeler l'attention de la Société des ingénieurs civils de France sur les questions économiques que soulèvent les différentes solutions projetées.

Il est souvent regrettable que l'économie politique soit parfois un peu délaissée chez nous; car, pour l'ingénieur, il ne s'agit pas seulement de produire, mais il faut encore vendre. On doit donc étudier l'accomplissement d'un travail quelconque non seulement au point de vue technique, c'est-à-dire du travail considéré en lui-même, mais encore au point de vue économique, c'est-à-dire au point de vue des services que peut rendre l'accomplissement de ce travail.

Dans cet ordre d'idées, il est simplement nécessaire de mettre en lumière deux faits importants :

1° D'abord, ce sont les résultats néfastes qu'a eu, pour les transports en commun à Paris, l'attitude des pouvoirs publics, — Etat, département, commune. — Un contrôle tracassier mais non effectif, retarde les progrès sans empêcher les accidents. Le fonctionnarisme est une des plaies de ce pays-ci. En outre, les concessions sont trop courtes et les cahiers des charges trop onéreux pour que les Compagnies osent souvent faire des installations adéquates aux besoins actuels; car les amortissements sont trop considérables pour permettre qu'il s'effectue dans le temps donné. Enfin, les impôts sont ridiculement élevés.

Il ne faut jamais nous lasser de répéter ici, aux ingénieurs civils, cette vérité qui commence seulement à se faire jour dans le public : le fonctionnarisme et les pouvoirs publics sont souvent, en France, les pires ennemis de l'initiative individuelle et du génie civil.

2° Il convient de ne pas oublier que Paris est une ville dont les industries sont en grande partie des industries de luxe. Pour s'en convaincre, il suffit d'étudier les statistiques du commerce parisien. Il faut donc se garder d'enlever, sinon à tout Paris, du moins à certains quartiers, tout ce qui leur donne le caractère d'élégance. Autrement, on atteindrait gravement la prospérité du commerce et de la ville. Déjà, sous l'influence de certaines causes qu'il est inutile d'étudier ici, il n'est pas douteux qu'au printemps, Londres, et en hiver, le midi de la France, Rome et le Caire, ont enlevé à Paris une grande partie de cette clientèle riche qui faisait sa fortune. Il faut autant que possible enrayer ce mouvement, c'est-à-dire que, dans l'intérêt supérieur de la Ville de Paris elle-même et du commerce parisien, il convient de rejeter impitoyablement toute solution de transports en commun qui tend à éloigner cette clientèle.

M. Lucien Périssé s'associe aux idées exposées par notre collègue L. de Chasseloup-Laubat; il rappelle qu'il a soutenu une thèse analogue dans le travail qu'il a présenté à la Société avec M. R. Godfernaux sur les transports en commun.

Répondant à l'observation de M. le Président, il exprime l'opinion que le public parisien s'habituera, quand on lui en fournira les moyens pra-

tiques, à diminuer les arrêts aux stations; on l'a constaté dans plusieurs grandes villes de province, notamment à Rouen, où le public circulant dans les rues a plus que quadruplé depuis l'établissement des moyens de transports rapides.

Il souhaite que Paris soit enfin doté de véhicules rapides, légers, fréquents, sans impériale et sans correspondances, sur tous les points de la ville où cela sera compatible avec la circulation.

M. J. Mesureur déclare qu'il est préoccupé des indications données par M. Delmas à propos des tramways; il craint que le système préconisé par notre collègue ne diminue pas le nombre des accidents. Il ne faut donc rien exagérer : les gens pressés prendront le Métropolitain qui est installé en sous-sol et par suite peut aller à 20 ou 25 km à l'heure, mais il ne faut pas entraver les rues avec les véhicules monstres et les véritables trains qu'on voit se répandre un peu trop partout dans Paris.

M. D.-A. Casalonga indique qu'il a été longtemps de l'avis de notre regretté ancien président L. Richard et de notre collègue Regnard sur la nécessité d'établir des tramways à voitures rapides, mais il a modifié son opinion quand il en a vu journellement les inconvénients. C'est pourquoi il avait, avec son regretté camarade et ami, C.-A. Faure, présenté à la Société un projet de Métropolitain souterrain à plateformes roulantes et à traction électrique.

Depuis, on a établi le système, mais en l'air; et tout le monde a pu voir l'application des plateformes roulantes au transport intensif du public, à l'Exposition; mais la solution sur viaduc métallique vibrant n'est pas à beaucoup près, au centre d'une ville populeuse, aussi pratique que la solution souterraine qui offre de nombreux avantages par rapport au Métropolitain tel qu'il a été alors exécuté.

M. J. Mesureur est également partisan de la plateforme roulante; on pourrait en faire probablement une application à niveau ou souterraine sur le boulevard qui doit remplacer les fortifications du côté ouest de Paris.

M. M. Delmas répond aux observations de nos collègues. En ce qui concerne les vitesses moyennes, au sujet desquelles notre vice-président, M. Badois, a présenté des observations, il montre que c'est principalement la durée des arrêts et du démarrage qui en modifie les chiffres et non pas la vitesse propre du véhicule.

Dans le même ordre d'idées, il répond à M. Marié que ce serait une grave erreur que d'augmenter la longueur des trains du Métropolitain, en admettant que ce soit chose facile; par le fait même qu'il y aurait plus de voitures, la durée moyenne des arrêts, qui est de 19 secondes, s'élèverait à 25 ou 28 secondes et plus et la vitesse moyenne commerciale s'en ressentirait évidemment. Or, si le Métropolitain n'allait qu'à 10 ou 12 km à l'heure, personne ne le prendrait.

Quant à la plateforme roulante, la question semble à M. Delmas encore prématurée; avant d'entreprendre un tel travail, il faut s'attacher à faire donner aux tramways la capacité de transport maximum.

M. Georges Marié reste convaincu qu'on sera amené par la force des choses à augmenter de beaucoup le nombre de voitures du Métropolitain, quand même il devrait en résulter une augmentation de six à neuf secondes dans la durée de chaque arrêt; il pense, du reste, que cette augmentation sera inférieure à 6 à 9 secondes.

M. P. Regnard répond à plusieurs observations présentées. Il estime que la plateforme mobile en sous-sol serait une solution acceptable, mais son installation est difficile à cause des nombreux obstacles du sous-sol de Paris.

Quant au Métropolitain, tel qu'on l'a fait, il ne pourra jamais couvrir ses frais de construction; le Métropolitain de Londres, qui a été commencé il y a quarante ans, ne donne pas 2 0/0 du capital engagé. Il faudrait à Paris une ou deux voitures par train où l'on serait debout, mais où pourraient s'entasser ceux qui sont partisans de la vitesse; on n'hésiterait pas à rester debout quelques minutes si l'on était sûr d'avoir toujours de la place et d'aller vite. Du reste, le Métropolitain parisien a eu pour excellent résultat de rendre visible ce besoin latent de vitesse indispensable à la majorité des Parisiens pour leurs affaires.

Il faut que les tramways entrent dans la voie tracée par M. Delmas, parce que, comme l'a dit le grand Franklin, « le temps est l'étoffe dont notre vie est faite »; on doit donc l'économiser par tous les moyens possibles.

Ceux qui ont le temps de flâner auront toujours les trottoirs pour le faire; la chaussée doit appartenir à la locomotion rapide; quant aux carrefours, la circulation des voitures doit y être rapide, mais intermittente pour chaque sens de croisement.

M. le Président remercie les collègues qui ont développé leur opinion, l'amplitude prise par la discussion a montré que M. Delmas a bien fait de porter cette question brûlante à la tribune et il l'en remercie.

-oo-

Traction électrique avec troisième rail protégé.

Le système de troisième rail que vient de faire breveter en Amérique M. B.-C. Geaton coûterait évidemment un peu plus cher, mais il aurait l'immense avantage de ne pas électrocuter les malheureux employés ou voyageurs qui, par hasard, viendraient à traverser la voie; ils ne peuvent plus toucher le rail dangereux, même en y mettant de la bonne volonté. Ce rail est recouvert par un bouclier de forme recourbée qui est monté à l'extérieur du rail et ne laisse plus, vers l'intérieur, qu'une ouverture libre par laquelle passe la tige horizontale du sabot de contact : c'est pour ainsi dire un système mixte entre le caniveau souterrain et le troisième rail découvert; il n'exige plus les dépenses énormes du premier et supprime les dangers du second. Il y a peut-être là une idée à développer.

D.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES



LES GALVANOMÈTRES HARTMANN ET BRAUN

A L'EXPOSITION DE 1900

Parmi les nombreux instruments de mesure électrique qui figuraient à l'Exposition dans la vitrine de MM. Hartmann et Braun, de Francfort, nous avons remarqué un certain nombre de modèles de galvanomètres que nous allons décrire sommairement, en insistant surtout sur les particularités qu'ils présentent.

Galvanomètre astatique. — Cet instrument (fig. 1) se compose d'un anneau en bronze

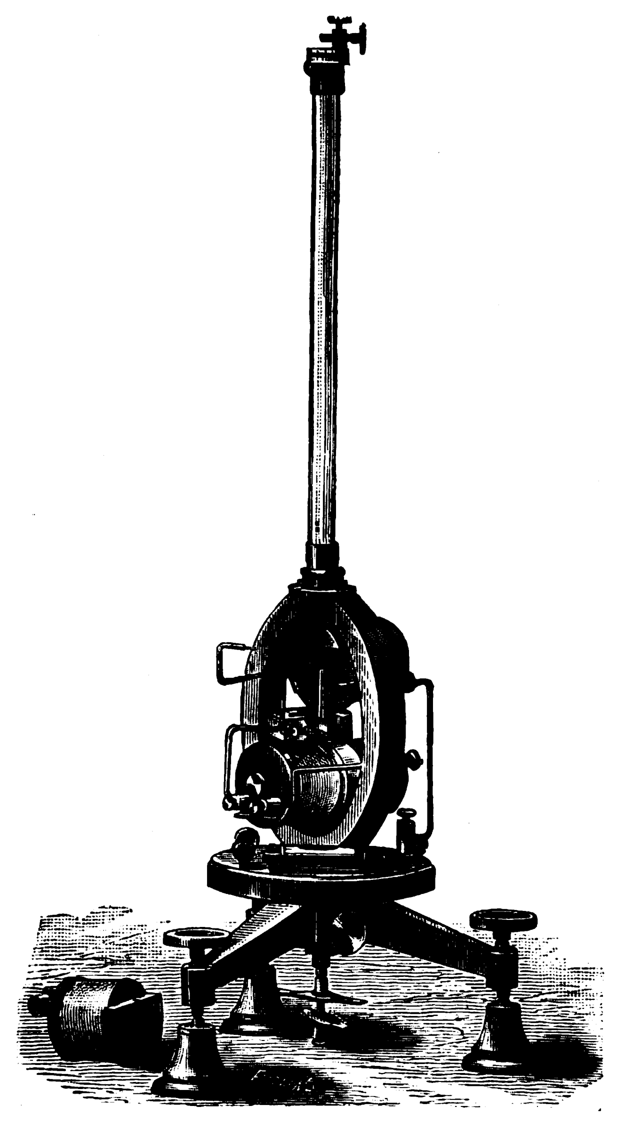


Fig. 1. — Galvanomètre astatique Hartmann et Braun.

vertical fixé sur un socle muni de trois vis calantes.

Cet anneau sert de support à deux groupes de chacun deux bobines fixes dont les axes sont parallèles. Ces bobines peuvent être facilement retirées, soit pour les changer, soit pour vérifier l'équipage mobile.

L'équipage mobile à miroir affecte deux dispositions. La première comporte deux aimants verticaux, constitués chacun par un petit fil d'acier; ces deux aimants sont réunis par deux petites traverses horizontales et, à la traverse supérieure, s'accroche le fil de cocon ou la fibre de quartz qui supporte l'équipage mobile. Ce fil de suspension est fixé, par son extrémité supérieure, à un treuil disposé en haut d'un tube de verre qui surmonte l'instrument et à l'intérieur duquel passe le fil de suspension.

La seconde disposition comporte quatre petits aimants verticaux au lieu de deux, disposés par paire de chaque côté de la traverse qui les réunit. Seules les extrémités du haut et du bas de cet équipage sont influencées par le courant qui traverse les bobines, les pôles intermédiaires se trouvant en dehors de leur champ d'action. Cette disposition, qui rappelle celle avec pôles conséquents de l'équipage du galvanomètre Broca, donne une astaticité presque parfaite, malgré les différences d'aimantation qui peuvent exister entre les divers fils d'acier.

Les aimants directeurs, au nombre de deux, peuvent se croiser plus ou moins; ils sont placés à la partie inférieure de l'instrument entre les trois branches du pied qui le supporte.

Les vis calantes reposent sur des dés en ébonite, afin d'isoler parfaitement le galvanomètre.

Chacune des quatre bobines a une résistance de 2500 ohms. Ces bobines présentent cette particularité que le diamètre du fil de leur enroulement augmente à mesure que l'on s'éloigne du centre. De cette manière, bien que le diamètre des spires aille en augmentant, chacune

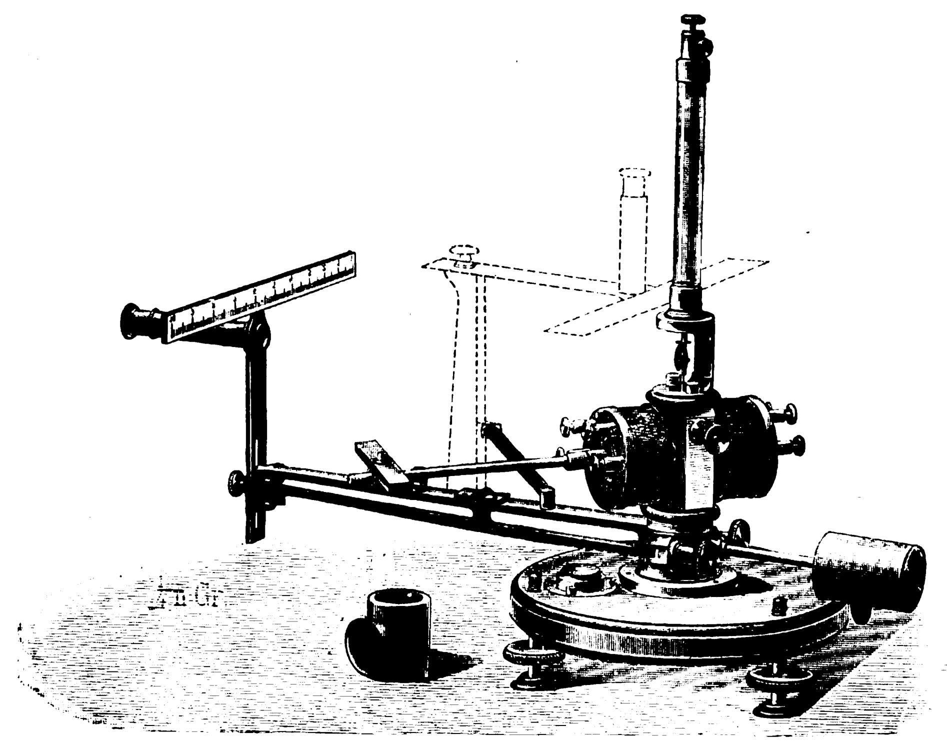


Fig. 2' — Galvanomètre astatique et apériodique à lunette Hartmann et Braun.

d'elles a la même résistance, sa section augmentant en même temps que le diamètre d'enroulement.

Un courant ayant une intensité de 25.10^{-10} ampère produit une déviation de 1 mm sur une échelle distante de 1 mètre.

On peut remplacer l'équipage qui vient d'être décrit par un autre formé d'un tube d'acier vertical, long et mince, fendu en deux parties suivant sa longueur. Les deux moitiés de ce tube sont fixées et maintenues écartées par deux traverses dont l'une sert d'attache au fil de cocon. Le miroir est placé vers le milieu et la partie inférieure du tube tourne à l'intérieur d'une boîte en cuivre rouge. Ce dispositif d'amortissement est susceptible d'être réglé jusqu'à l'apériodicité; il suffit d'enlever la boîte en cuivre pour supprimer complètement l'amortissement.

Enfin, on peut substituer aux divers équipages décrits l'équipage lord Kelvin, du modèle bien connu, formé de deux séries de petits aimants horizontaux.

Galvanomètre astatique et apériodique à lunette. Ce galvanomètre (fig. 2) a un équipage mobile constitué par un aimant en forme de cloche suspendu à un fil de cocon et sur lequel agit le flux développé par le passage du courant dans deux bobines fixées de part et d'autre de cet aimant. Les bobines sont amovibles et peuvent être facilement remplacées par d'autres suivant le genre des mesures à effectuer; la résistance totale des diverses sé-

ries de bobines est de 4000, 2000, 1000 et 100 ohms. On peut aussi coupler les bobines en série ou en quantité.

L'instrument est monté sur un socle muni de trois vis calantes et d'un niveau à bulle d'air. Autour de l'axe central peut pivoter un chariot

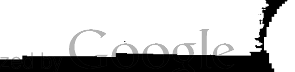
¼ n.Gr.

Fig. 3. — Galvanomètre genre Wiedemann, modèle Hartmann et Braun.

porte-lunette, soigneusement équilibré par un contrepoids.

Les oscillations de l'équipage mobile sont amorties jusqu'à l'apériodicité, grâce à l'enveloppe de cuivre qui l'entoure.

Un aimant directeur, placé latéralement à l'extrémité d'un support horizontal, permet de rendre le système presque astatique en annulant en grande partie l'action du champ magnétique terrestre.



La lunette, de 10 mm d'ouverture et de 6 cm de distance focale donnant un grossissement et une clarté suffisante, est montée ainsi que l'échelle sur un bras articulé et équilibré que porte le chariot.

La sensibilité de ce galvanomètre est telle que l'on obtient une déviation de 1 mm sur l'échelle avec un courant de 9 microampères d'intensité en ayant une série de bobines de 100 ohms et sans utiliser l'aimant directeur.

Afin de pouvoir transporter l'instrument sans accident, il est muni d'un dispositif d'arrêt de l'équipage mobile. Il suffit de tourner un bouton moletté pour bloquer l'aimant en forme de cloche.

Galvanomètre genre Wiedemann. — Dans ce galvanomètre (fig. 3), l'équipage mobile comporte un aimant en forme de cloche de dimensions très réduites. La masse de cuivre de l'amortisseur a été considérablement diminuée sans nuire à l'apériodicité, ce qui a permis de rapprocher les bobines des pôles de l'aimant et d'augmenter ainsi la sensibilité de l'instrument.

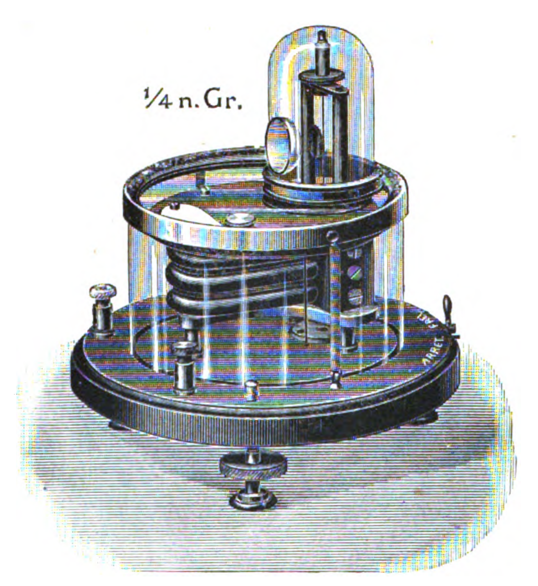


Fig. 4. — Galvanomètre genre Deprez-d'Arsonval à miroir; modèle Hartmann et Braun.

La résistance totale des deux demi-bobines couplées en série est de 400 ohms. Elles peuvent être déplacées le long d'une règle graduée, à l'aide d'une crémaillère. Un écran en fer doux entoure l'ensemble de la partie mobile et la protège contre les actions magnétiques extérieures. Cet écran est formé de deux anneaux épais pouvant tourner l'un par rapport à l'autre afin de croiser les pôles qu'ils pourraient présenter et d'annuler leurs effets.

L'enroulement des bobines est fait avec un double fil, ce qui permet d'obtenir divers couplages et, par suite, diverses résistances, qui sont la moitié, le quart, le huitième ou le seizième de la résistance totale. Des bornes fixées sur chaque demi-bobine facilitent l'opération des divers couplages désirés, et leur mode de montage a été étudié pour que l'on puisse les remplacer facilement par d'autres.

Un aimant directeur, monté sur un collier en laiton, est mobile sur le tube de cristal qui renferme le fil de suspension de l'équipage mobile.

Ce galvanomètre, avec les enroulements groupés en série ayant, par conséquent, une résistance de 400 ohms, l'écran de fer doux étant enlevé, a une sensibilité telle que l'on obtient une déviation de 1 mm sur une échelle placée à 1 m avec un courant d'une intensité de 0,000 000 08 ampère.

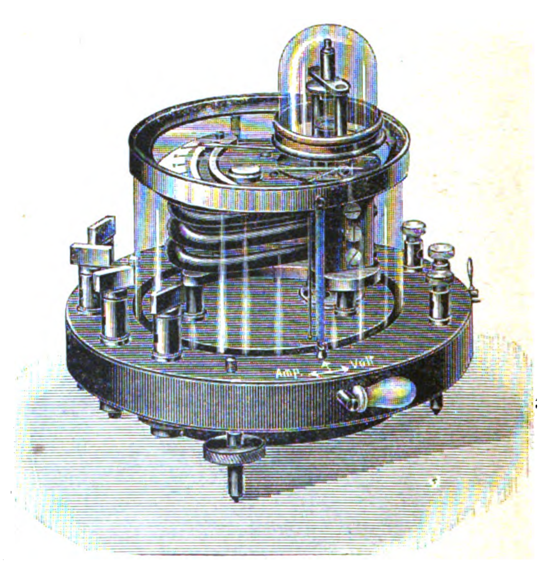


Fig 5. — Galvanomètre genre Deprez-d'Arsonval à aiguille; modèle Hartmann et Braun.

Galvanomètre genre Deprez-d'Arsonval. — Cet instrument (fig. 4) comporte un système formé de trois aimants fixes en fer à cheval, dont l'acier est pris dans des barres cylindriques. Les pôles de ces aimants pénètrent dans des logements pratiqués dans les pièces polaires, ce qui facilite la construction.

La bobine ou cadre mobile, suspendu par des fils fins en argent, a deux enroulements, dont l'un est utilisé pour les mesures et l'autre, shunté par des résistances convenables, sert à régler l'amortissement des oscillations. Ce second enroulement ne comporte qu'un petit nombre de spires et rend l'instrument apério-

dique, quelle que soit la résistance du circuit dont fait partie le cadre mobile.

L'enroulement utilisé pour les mesures a généralement une résistance de 50 ohms et donne une déviation de 1 mm pour un courant ayant 0,000 000 3 ampère d'intensité. Pour les mesures de résistance d'isolement, on donne au cadre mobile une résistance atteignant 700 ohms.

Les cloches en verre qui protègent les galvanomètres Hartmann et Braun méritent une mention spéciale. Comme d'ordinaire, elles sont cylindriques et portent une fenêtre plane en verre fixée, au moyen d'une bonnette, à la hauteur du miroir.

Quand le plan de la fenêtre est vertical, il se produit sur l'échelle des réflexions qui rendent les lectures assez incommodes, ces réflexions trouvant l'obscurité relative dans laquelle les échelles translucides doivent se trouver. MM. Hartmann et Braun évitent très simplement cet inconvénient en inclinant un peu sur la verticale le plan du verre de la fenêtre. Les réflexions lumineuses qui pourraient gêner l'opérateur sont ainsi renvoyées hors de la direction de l'échelle.

Le même modèle de galvanomètre se construit également avec aiguille indicatrice se déplaçant sur un cadran gradué (fig. 5).

Dans un prochain article, nous étudierons une autre série d'instruments de mesure exposés par la même maison (1).

J.-A. MONTPELLIER.

DISPOSITIF

APPLICABLE AUX

ISOLATEURS A HAUTE TENSION

C'est un fait connu que la forme à donner à un isolateur servant à supporter un conducteur de courant à haute tension n'est pas arbitraire, si l'on veut réduire le plus possible les pertes de courant; en effet, l'humidité produisant à la surface de l'isolateur une couche conductrice très mince, capillaire à la manière des bulles de savon, il est important de ne pas laisser s'établir par ce moyen des dérivations pouvant entraîner des pertes appréciables.

L'humidité se condense sur les parties froides d'une paroi si la différence de température avec les corps ambiants est même très faible; en partant de ce fait, M. A. Sinding Larsen de Frederiksvaem (Norwège) a imaginé un système d'isolateur assez ingénieux.

L'isolateur comporte une gorge dont l'axe est parallèle à celui de l'isolateur et dans laquelle se trouve enroulée une bobine de résistance; un courant circule par suite dans la bobine et produit un dégagement de chaleur; ce courant est produit, soit par une dérivation prise à faible distance de l'isolateur sur la ligne, ou bien par l'induction produite sur la bobine fermée sur elle-même si le courant de la ligne est polyphasé.

La dépense d'énergie nécessitée par ce dispositif est extrêmement faible et n'atteint pas 1/10 de watt; elle est très suffisante pour des différences de températures atteignant 1° C.

De cette manière, la région de l'isolateur avoisinant la gorge se trouve dépourvue d'humidité et forme une zône isolante entre la partie de l'isolateur supportant la ligne et la partie en communication avec la terre.

S.

LA RÉGLEMENTATION

DES FABRIQUES D'ACCUMULATEURS

EN ALLEMAGNE

Le 11 mai 1898, le Conseil fédéral allemand a édicté les prescriptions suivantes relativement aux usines pour la fabrication des accumulateurs au plomb ou aux sels de plomb :

1. — Les parties des ateliers où l'on manipule les composés du plomb doivent avoir au moins 3 mètres de haut et être pourvues de larges fenêtres faciles à ouvrir. Les salles de formation doivent avoir une ventilation artificielle (par aspirateurs, ventilateurs, etc.) pour éviter la production de mélanges explosifs d'hydrogène et d'air, et évacuer l'acide entraîné par l'hydrogène.

2. — Le plancher doit être imperméable et ne pas être formé de bois, de linoléum, ni d'asphalte molle. Les murs et plafonds doivent être recouverts d'une peinture à l'huile lavable, ou bien d'une peinture à la chaux renouvelée chaque année.

3. — Les chaudières à fondre le plomb doivent être munies d'appareils de tirage efficaces (hottes).

4. — Les déchets de plomb et les tas de poudre de plomb qui résultent du travail mécanique des cadres ou grilles doivent être immédiatement enlevés.

5. — Les appareils pour la fabrication de la poudre de plomb métallique ne doivent laissre

(1) Ces instruments sont construits en France par M. Richard Heller et Cie, 18, cité Trévise, à Paris.

échapper de poudre ni pendant le travail ni pendant qu'on les vide.

6. — Des appareils de tirage artificiel efficaces devront être prévus pour toutes les autres opérations sur les matières sèches (par exemple pour le tamisage, le mélange, le mouillage, etc.).

7. — L'enlèvement de la poudre de plomb ou des composés de plomb hors des récipients ouverts doit avoir lieu de façon qu'il ne s'en répande pas dans les ateliers.

8. — Il faut prévoir des salles spéciales :

a) Pour le travail mécanique des plaques, grilles ou cadres (au moyen de scies à ruban, scies circulaires, râboteuses, etc.);

b) Pour la fabrication de la poudre de plomb métallique;

c) Pour la préparation mécanique et le mélange des matières actives.

9. — Les tables d'empatage ou celles des presses doivent être lisses et étanches, et doivent être chaque jour nettoyées à l'eau.

10. — Les soudures par le gaz à l'eau, le gaz d'éclairage ou le gaz hydrogène, autant qu'elles n'ont pas pour but la jonction des éléments dans les salles de formation, ne doivent avoir lieu que dans des endroits déterminés qui doivent être pourvus d'appareils de tirage convenables.

11. — En vue d'éviter les empoisonnements par l'hydrogène arsénié, on doit employer, pour la préparation de l'hydrogène, du zinc et de l'acide sulfurique absolument purs.

12. — Il est necessaire de tenir dans un parfait état de propreté les salles de travail et de faire, au moins une fois par jour, un essuyage humide du plancher.

13. — Les ouvriers recevront gratuitement des costumes de travail et des coiffures qui seront conservés dans des endroits déterminés, tenus en état aux frais de l'entreprise, et lavés au moins une fois par semaine.

14. — Les ouvriers auront à leur disposition un lavabo avec vestiaire, pourvu d'eau propre en quantité convenable, de rince-bouche, de brosses pour le nettoyage des mains et des ongles, de savons et de serviettes, d'armoires ou de cases pour les habits. Un réfectoire sera installé séparément. Les deux salles, vestiaire et réfectoire, devront être propres et exemptes de poussière; elles devront être chauffables et chauffées suivant le besoin. Une fois par semaine, les ouvriers devront prendre un bain chaud, aux frais de l'entreprise

15. — Provisoirement et jusqu'au 30 juin 1908, il est interdit d'employer des ouvrières et de jeunes ouvriers à toute occupation où il est fait usage de plomb ou de composés du plomb.

16. — Avant l'engagement d'ouvriers en accumulateurs, un médecin approuvé devra certifier que leur état de santé est compatible avec cette occupation.

17. — La durée du travail des préparateurs et des empâteurs devra être :

a) Ou bien d'au plus 8 heures par jour, avec une heure et demie de repos;

b) ou bien 6 heures par jour sans arrêt pour le repas. Dans ce dernier cas, les préparateurs ou empâteurs pourront être employés en outre à des travaux où il n'est pas fait usage de plomb, à condition de laisser entre les deux occupations un repos de deux heures. Le chef d'entreprise doit, une semaine après l'ouverture de ses ateliers, faire savoir aux autorités locales s'il a adopté la journée de 8 heures ou de 6 heures; il est tenu de l'observer jusqu'à information ultérieure.

18. — Un médecin nommé par l'inspecteur de l'industrie devra, aux frais de l'entreprise, examiner une fois par mois les ouvriers au point de vue des maladies saturnines et indiquer quels sont les malades qu'il y a lieu de tenir écartés, soit momentanément, soit pour un certain temps, du travail des composés du plomb.

19. — Le livre de contrôle de l'état de santé doit indiquer :

a) Les nom et prénoms de chaque ouvrier, son âge, sa résidence, le jour de son entrée et de sa sortie, la nature de son occupation;

b) le nom du teneur de livre;

c) le nom du médecin surveillant;

d) la date et la nature de toute maladie de l'ouvrier;

e) la date de son rétablissement;

f) les dates et résultats des visites médicales.

20. — Le chef d'équipe doit, sous peine de renvoi immédiat, défendre à ses ouvriers (lorsqu'il y a un règlement, ces défenses doivent y figurer) :

a) D'introduire dans l'atelier des aliments et de l'eau-de-vie et de les y consommer;

b) de se mettre à l'ouvrage sans les habits de travail;

c) d'entrer dans le réfectoire ou de sortir de l'usine sans quitter les habits de travail, se laver soigneusement les mains et le visage, se rincer la bouche et les dents;

d) de fumer, priser ou mâcher du tabac pendant le travail.

21. — Les précédentes prescriptions devront être affichées dans l'atelier.

Ce règlement a prévu, comme on le voit, toutes les précautions qu'il est pratiquement possible de prendre et les industriels français pourraient utilement s'en inspirer.

Comme le montrent les statistique, qui vont suivre, les bons effets de cette réglementation ne se sont pas fait attendre et nous pensons bien que l'Administration française ne tardera pas à étudier cette importante question et à imposer les prescriptions reconnuss indispensables.

En Allemagne, ce règlement est en vigueur

Années.	Nombre total d'ouvriers.	Nombre de cas de maladies saturnines.	Nombre de jours de maladies.
1894	504	37	506
1895	416	10	112
1896	515	8	101
1897	715	40	721
1898	933	18	272

depuis juillet 1898, et les statistiques montrent déjà une amélioration notable dans l'état sanitaire des ouvriers.

C'est ainsi que, pour la fabrique de Hagen, le tableau ci-contre indique la marche suivie depuis 1894 :

En ce qui concerne les ouvriers occupés spécialement au travail du plomb ou des sels de plomb, l'inspection a fourni, pour la même usine, les résultats suivants :

Nature du travail.	Nombre d'ouvriers occupés.			Cas de maladies saturnines.			Nombre de jours de maladie.			Durée moyenne de la maladie.			Nombre de maladies saturnines pour cent du nombre d'ouvriers.		
	1896	1897	1898	1896	1897	1898	1896	1897	1898	1896	1897	1898	1896	1897	1898
Fonderie	35	64	54	1	3	3	—	47	34	—	16,3	11,3	3	4,7	5,5
Soudure	45	54	78	4	3	2	—	36	17	—	12	8,5	10	5,6	2,6
Empâtage	15	27	27	3	20	10	—	419	189	—	21	18,9	20	74,6	37,0
Nettoyage des plaques . .		62	38		14	3	—	219	32	—	15,6	10,7		22,6	7,9
Totaux.	95	207	197	8	40	18	101	721	272	12,6	18	15,1	8,4	19.3	9,1

A la fabrique d'accumulateurs de Witten, les maladies du plomb, pour l'exercice 1899, se répartissent comme suit :

Nature du travail.	Nombre d'ouvriers.	Cas de maladies saturnines.	Nombre de jours de maladie.	Durée moyenne de la maladie.	Nombre de maladies pour cent du nombre d'ouvriers.
Fonderie	5	1	27	27	20
Soudure.	3	—	—	—	—
Empâtage	5	6	108	18	120
Nettoyage des plaques . . .	8	—	—	—	—
Emballage des plaques . . .	17	1	16	16	6

Enfin, à la fabrique d'accumulateurs de Gottfried Hagen, à Kalk, où les prescriptions du règlement sont particulièrement bien observées, on a trouvé les résultats ci-dessous :

Années.	Nombre d'ouvriers.	Nombre d'ouvriers malades (maladies en général).	Durée moyenne de la maladie (jours).	Maladies saturnines. Nombre de cas.	Maladies saturnines. Durée moyenne de la maladie (jours).
1897	153	78	23.5	37	29
1898	194	84	20	9	18
1899	209	86	23	8	21

F. D.

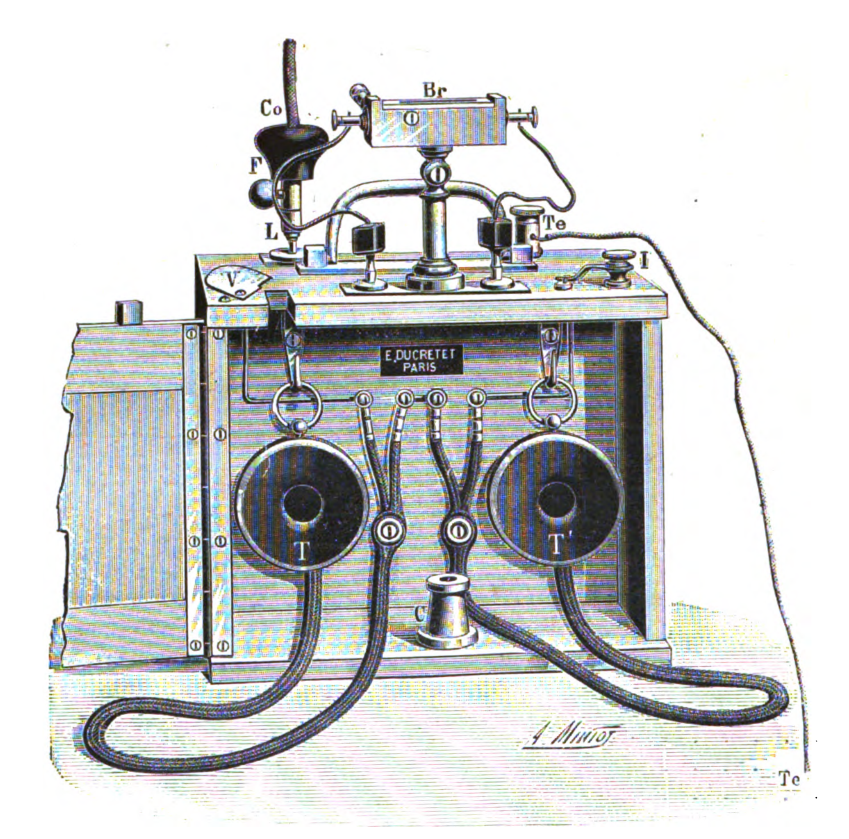


APPLICATION DIRECTE
D'UN RÉCEPTEUR TÉLÉPHONIQUE
A LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL (1)

En mai 1899, M. Popoff, au cours de ses expériences de télégraphie sans fil à grande distance, observa qu'il était possible d'introduire directement un téléphone dans le circuit d'un radio-conducteur et d'une pile, et de recevoir ainsi les signaux hertziens émis à grande distance.

En juillet 1899, M. Popoff rendit pratique sa nouvelle méthode radio-téléphonique, dont l'importance est réelle, puisqu'*elle supprime le relais et le frappeur ou décohéreur automatique* des récepteurs généralement employés en télégraphie sans fil, et qu'elle permet la réception des signaux à de plus grandes distances.

Les postes officiels établis en Russie, par les soins de M. Popoff, entre l'île de Hohland et la ville de Kotka (47 km), ont pu ainsi fonctionner par tous les temps et rendre de grands services. Sous l'action des ondes électriques, des variations de résistance se produisent dans le circuit : pile,



Poste radio-téléphonique Popoff-Ducretet.

radio-conducteur, téléphone; elles modifient l'intensité du courant dans le circuit; par suite, ces variations intermittentes *sont directement perceptibles au téléphone*, même pour des radiations électriques de très faible puissance agissant sur le radio-conducteur.

La figure ci-dessus est celle de ce poste radio-téléphonique; il est très portatif :

B*r* est le radio-conducteur Popoff-Ducretet; il est démontable, hermétique et disposé pour recevoir, entre ses électrodes, soit des grains de charbon dur, soit des grains métalliques, soit des tiges légères reposant librement sur des supports électrodes en charbon. Une charnière permet de donner l'inclinaison voulue, suivant les cas, et convenable à ce système microphonique spécial : il est sensible aux ondes électriques de très faible puissance.

La monture de ce radio-conducteur B*r* est munie d'un réservoir à fermeture hermétique recevant une matière desséchante que l'on peut renouveler rapidement. Il est ainsi possible de faire usage de métaux facilement oxydables, l'intérieur du radio-conducteur étant à l'abri de l'humidité et du renouvellement de l'air.

Les téléphones sont en TT' : les piles (éléments secs) sont dans un deuxième compartiment opposé au premier. La fiche F reçoit l'*antenne collectrice* Co; la borne de droite reçoit le fil de mise à la terre

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, le 31 décembre 1900.



Te. Au repos, pour le transport de l'appareil, la colonne du radio-conducteur se met à l'intérieur en C.

Entre nos postes d'essai de la rue Claude-Bernard et le boulevard de Port-Royal (distance environ 500 m), il est possible de recevoir des signaux émis par une petite bobine de Ruhmkorff donnant 4 mm d'étincelle avec une *antenne radiatrice* de 10 m de partie visible du poste récepteur. Au poste récepteur, avec la prise de terre Te, une *petite antenne collectrice* Co de 56 cm seulement suffit.

Dans les mêmes conditions, le poste ordinaire avec relais et décohéreur automatique ne reçoit aucun signal.

Connaissant les bons résultats récents obtenus à grande distance, avec nos appareils de télégraphie sans fil, il est possible de prévoir l'importance des résultats qui seront obtenus avec le nouvel appareil Popoff-Ducretet, tant pour la guerre que pour la marine. Cet appareil sera le complément de ceux avec relais et décohéreur automatique que nous avons présentés à l'Académie.

Popoff et Ducretet.

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

SYSTÈME SLABY

Un fait digne d'attention à tous les points de vue est certainement la conférence que vient de faire le professeur Slaby, au siège de la « Allgemeine Electricitæts Gesellschaft », 35, Louisenstrasse, à Berlin, devant Sa Majesté l''Empereur d'Allemagne et un grand nombre des plus hautes notabilités de l'empire appartenant au monde de la finance, de l'enseignement, de l'armée, de la marine et de l'industrie.

Le sujet de cette conférence était : la transmission multiple par la télégraphie sans fil.

Le professeur Slaby s'occupait depuis longtemps déjà de télégraphie sans fil, ou plutôt de télégraphie à étincelles, comme il désigne ce mode de transmission (*drahtlos Funkentelegraphie*), et ses travaux ont permis de réaliser des progrès ouvrant une voie nouvelle à la télégraphie.

L'inconvénient inhérent à la télégraphie sans fil, telle qu'elle était pratiquée jusqu'à présent, était l'impossibilité de correspondre avec plusieurs stations lorsqu'elles travaillaient en même temps, par suite de l'influence réciproque des ondes émises; et pour cela la télégraphie sans fil n'était utilisée que dans la marine. Les récentes expériences du docteur Slaby vont nous permettre de démontrer la possibilité d'une transmission multiple.

Pour cette démonstration deux appareils récepteurs ont été placés sur la table de la salle des conférences; on les a reliés avec le paratonnerre d'une cheminée de la station centrale de Schiffbauerdamm en conservant sa mise à la terre; quelques étincelles dans l'appareil inducteur annoncèrent alors à deux stations réceptrices, éloignées l'une de l'autre, le commencement de la correspondance au moyen de signes conventionnels Morse.

L'une des stations était située à Schœweide, près de la Sprée supérieure, soit à 14 km environ; l'autre était le laboratoire du professeur Slaby à l'Ecole supérieure technique de Charlottenbourg, soit à 4 km à vol d'oiseau.

Après quelques instants très courts d'anxiété, au milieu de l'attention générale, les deux appareils de la salle de conférence firent entendre le tic-tac particulier à l'enregistrement télégraphique et inscrivaient sans aucune perturbation, avec la rapidité habituelle de la transmission, en signes de l'alphabet Morse, le nom des stations correspondantes.

L'explication du phénomène fut alors donnée très simplement et d'une manière accessible à tous, au moyen d'une ingénieuse comparaison mécanique. C'est en étudiant la nature des ondes électriques produites par le manipulateur, que le savant professeur fut amené à produire deux systèmes d'ondes bien distincts, de longueur déterminée, au moyen d'un couplage particulier, les récepteurs étant construits pour recevoir ce système d'ondes; si des ondes de longueurs différentes produisent un champ électrique modifiant le champ créé par le transmetteur au voisinage du récepteur, celui-ci agit comme si, selon la comparaison du conférencier, l'onde complexe résultante se séparait, en ses composantes capables d'exciter les différents récepteurs par une sorte de filtration ou de distillation.

Le docteur Slaby insista ensuite sur les conditions défavorables dans lesquelles fonctionnait l'appareil. A Charlottenbourg, un fil de 16 m de long émet les ondes sur le toit des bâtiments de l'Ecole; la transmission au laboratoire, côté ouest de l'Ecole, n'est pas influencée par le corps de bâtiment interposé sur le parcours des ondes. A Schœnweide, le fil est tendu entre deux cheminées, les ondes émises doivent traverser Berlin du nord-ouest au sud-est et sont affaiblies par de nombreux obstacles sur le parcours, bâtiments, tours, chemi-

nées, etc. Par suite, une question se posait d'elle-même : Quel moyen pourrait-on employer pour renforcer les ondes ainsi affaiblies?

Le problème a été résolu par l'inventeur au moyen d'un appareil qu'il a appelé *multiplicateur* et dont le but est d'élever automatiquement la tension des ondes reçues; le mode d'action est analogue à celui du diapason où une déformation temporaire produit une série de vibrations qui donnent naissance à un son; si on place le diapason sur un objet susceptible de vibrer également, il se produit le phénomène appelé résonance. « Ce que fait la boîte de résonance' pour le stradivarius, dit à ce propos M. Slaby, le multiplicateur le fait pour le récepteur de notre appareil de télégraphie à étincelles. »

L'inventeur fit ensuite quelques expériences démontrant surabondamment l'action surprenante du multiplicateur.

Les principes fondamentaux de cette découverte avaient été énoncés pour la première fois par le docteur Slaby au mois d'août de cette année à la « Allgemeine Electricitæts Gesellschaft », alors que les expériences faites par Marconi à ce sujet, à Londres, n'étaient pas encore connues.

Nous terminerons en disant que la portée de ces expériences est considérable et certainement pleine de promesses pour l'avenir de la télégraphie sans fil.

SCHMIDT.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 10 janvier 1901

L'éclairage à haute tension en Angleterre. — Les Compagnies de distribution d'énergie de Londres qui ont voulu transformer leurs réseaux et modifier la tension de 100 à 200 volts ont éprouvé des oppositions de la part d'un certain nombre d'abonnés; ceux-ci ont refusé leur consentement et les Compagnies viennent d'adresser au Président du Board of Trade une lettre dans laquelle elles détaillent certains points et demandent la publication d'un règlement à ce sujet. La situation actuelle des affaires est telle qu'un abonné individuel, qu'il consomme peu ou beaucoup, peut absolument s'opposer à la transformation de la tension dans un district entier de la métropole. Les Compagnies ont entrepris de convaincre tous leurs abonnés, mais il y en a encore qui se refusent à tout arrangement. Dans leur lettre au Board of Trade, elles déclarent que l'élévation de tension a pour but principal l'augmentation du nombre des lampes alimentées par le réseau de distribution. Cette modification aurait, disent-elles, plusieurs avantages : 1° d'éviter les travaux fréquents d'encombrement des rues pour augmenter le nombre des circuits; 2° un service bien meilleur pour les consommateurs qui auraient une tension plus constante et, en même temps, un abaissement de tarifs, par suite de cette distribution plus économique; 3° des bénéfices plus élevés. On conçoit dès lors qu'un accroissement de tension soit désirable et au point de vue des autorités locales et au point de vue des abonnés; il serait par suite irraisonnable que quelques individus seulement puissent faire opposition et retarder une installation avantageuse pour tout le monde. Les Compagnies demandent que le Board of Trade accepte un arbitrage comme dans les cas où les deux parties d'un procès sont en désaccord.

***

L'industrie électrique en Angleterre. — Depuis quelque temps, les maisons de construction d'appareillage électrique et de câbles souffrent d'une crise industrielle et elles s'occupent activement aujourd'hui à former une association pour la protection des adjudicaires d'électricité de manière à sauvegarder leurs intérêts. Ces maisons protestent contre la manière de faire des grands constructeurs qui leur enlèvent leurs clients et leur font un tort considérable dans le grand public en général, et elles cherchent à se protéger contre les désastreux effets des abaissements de prix ainsi que contre les spécifications établies par certains ingénieurs conseils.

Une association ayant un but à peu près analogue fonctionne déjà avec succès à Dublin depuis environ un an.

***

Les tramways électriques et les observations magnétiques. — Il s'élève en ce moment à Londres une importante contestation à propos des tramways électriques et les conséquences peuvent en être très considérables. Les autorités représentatives des observaioires enjoignent au Board of Trade d'avoir à refuser son approbation au système préparé actuellement par la Compagnie des Tramways réunis de Londres, à cause des pertes de courant qui se produisent fatalement à la terre, ce qui viendra troubler les indications des appareils magnétiques de l'observatoire de Kew. La Compagnie susdite avait primitivement proposé l'emploi d'un double trolley, de manière à ce que ces perturbations ne puissent se produire, mais pour mille et une raisons, ce système n'a pas été adopté et on lui a préféré le simple trolley avec retour par les rails. Les directeurs de l'observatoire veulent que la Compagnie établisse des câbles de retour isolés en dépit des dépenses occasionnées. La Compagnie de son côté prétend que l'observatoire pourrait facilement déménager et que les frais seraient beaucoup moins élevés. Les choses en sont là et le service de la Compagnie des tramways ne peut fonctionner, bien que tout soit prêt. Un autre litige a été soulevé ces jours derniers à propos des corrosions électrolytiques probables qui se produisent sur les tuyaux de gaz et d'eau par les courants de

traction. Certaines compagnies des eaux font à ce sujet une obstruction acharnée. Tous les obstacles qui s'élèvent contre la traction électrique devraient cependant être considérés comme aplanis par les déclarations du Board of Trade qui a réglementé la chute de potentiel permise; elle est extrêmement faible et même dans quelques systèmes, elle a pu être encore réduite. Ce qui s'est produit jadis dans les villes américaines avec la première installation de tramways se répète en Angleterre aujourd'hui.

***

La Société anglaise de physique. — A la dernière séance de cette Société ont été présentés un certain nombre de travaux importants, tels que ceux du professeur Schuster sur l'inertie électrique et l'inertie de conduction électrique, puis, sur la pression magnétique, celui du professeur Rucker était d'un intérêt tout particulier; il avait pour titre : « Sur le champ magnétique produit par les tramways électriques. » Le compte rendu officiel de ce rapport montre d'abord qu'il s'agit d'un cas de traction dans lequel le courant arrive d'une station génératrice au fil conducteur d'une ligne à un trolley, puis retourne partiellement par les rails et partiellement par la terre. Ceci posé, le professeur Rucker montre que le champ magnétique vertical en un point quelconque, est dû à l'action des courants circulant dans les feeders et dans les rails et que les courants de terre affectent seulement la composante horizontale. Des expériences réalisées démontrent parfaitement que les instruments à mesurer la composante verticale sont affectés par l'établissement d'un tramway électrique, et puisque ces troubles sont dus aux fils et aux rails, il est impossible pour un observatoire d'être protégé par des cours d'eau voisins ou par quelque autre dispositif naturel des pays voisins. Une recherche préliminaire a été basée sur cette supposition que les fils du trolley et les rails sont isolés et qu'une fraction constante du courant revient à la génératrice par les rails. L'effet en un point éloigné est alors dû à la différence de l'intensité de courant dans le trolley et l'intensité uniforme hypothétique dans le rail, effet qui, au point considéré, est équivalent à la somme de courant traversant le rail et croissant de distance en distance. On démontre ainsi que les troubles s'accroissent avec la longueur de la ligne et que, pour une ligne de longueur donnée, ces troubles présentent un maximum en des points situés sur une ligne perpendiculaire et le coupant en deux fractions égales. On a fait des expériences à Hockton, dans le nord de l'Angleterre, sur l'intensité de ces troubles et on a obtenu une perte de 16,3 0/0 avec des instruments de mesure pour la composante verticale et 15,9 0/0 avec des instruments de mesure pour la composante horizontale L'hypothèse que les extrémités de la ligne sont au-dessus et au-dessous du potentiel moyen de la terre et que la perte en un point quelconque est proportionnelle à la différence de potentiel entre le rail et la terre conduit à la théorie ordinaire. Cette supposition a été développée et vérifiée dans les expériences de Stockton; la perte ainsi calculée a été trouvée de 20 0/0. Le calcul de la composante verticale de ces troubles donne $10,5 \times 10^5$ en unités C. G. S. ce qui est absolument d'accord avec la valeur 7×10^5 actuellement observée. Dans sa conclusion, le professeur Rucker fait remarquer qu'en pratique il est suffisant de compter sur le retour ordinaire par les rails. Ce rapport a été suivi d'un travail présenté par le Dr Glazebrook relatif à quelques notes sur l'application pratique de la théorie des troubles magnétiques par les courants de terre; dans ce travail, il généralise les formules données par le professeur Rucker et donne des tables à l'aide desquelles il montre à quelles distances les troubles doivent être considérés comme négligeables pour les lignes de tramways.

***

Les moteurs à gaz et les stations centrales en Angleterre. — Un rapport très intéressant, mais très long, a été présenté devant l'Institution des Ingénieurs-mécaniciens de Londres par M. H. A. Humphrey, relativement aux puissants moteurs à gaz et à leur emploi dans les stations centrales d'électricité. Le but de ce travail était d'examiner si l'emploi des moteurs à gaz peut être un important facteur dans la solution du problème de la force motrice à bon marché Les stations centrales anglaises qui ont adopté le gaz comme force motrice sont relativement peu nombreuses et peu importantes. Sur un total de sept stations, la plus grande ne possède qu'une puissance de 650 chx et le groupe le plus grand en service n'est que de 200 chx. M. Humphrey détaille le pourquoi de cet état de choses. D'abord, jusqu'à une époque toute récente, le producteur de gaz n'était pas entré dans la pratique industrielle et, par conséquent, on ne pouvait obtenir à bon compte le gaz nécessaire à la marche des moteurs; ensuite, il n'y avait pas eu de puissants moteurs à gaz en service depuis un assez long espace de temps pour qu'il soit possible de se rendre compte de leur efficacité et de leurs qualités nécessaires à la marche des stations d'électricité. Ces raisons, dit le conférencier, n'existent plus, à proprement parler, car on peut, avec le producteur système Mond, convertir économiquement le charbon bitumineux et certains détritus en un combustible gazeux des plus efficaces pour l'emploi de puissants moteurs sans compter les sous-produits nombreux que l'on peut en retirer. Le résultat de cette situation est que le prix du combustible par unité électrique produite est (y compris tous frais d'exploitation et de répartition) inférieur à 1/2 centime au tableau de distribution. Ce chiffre représente les prix sans les conditions actuelles de fonctionnement régulier comme à Winnington dans le Cheshire et sans compter les bénéfices résultant de la vente des sous-produits. Un moteur à gaz de 650 chx a été mis en service et l'on en installe d'autres de 1000 et de 1500 chx. Le travail de M. Humphrey comprend plusieurs appendices; l'un d'eux contient une table des prix approximatifs de l'énergie selon les conditions d'établissement; un autre donne quelques détails sur les grands moteurs à gaz; un troisième se compose d'une suite de chiffres sur les résultats d'un essai d'un moteur à gaz Crossley de 400 chx; un quatrième donne les chiffres d'un essai au frein du moteur à gaz Westinghouse.

L'auteur ajoute qu'en Europe et en Amérique, il

existe maintenant plus de 100 commandes relatives à des moteurs à gaz au delà de 500 chx. et il examine avec soin les différents avantages que l'on obtient par l'adoption du producteur Mond et des moteurs à gaz.

Il divise cette partie de son travail en cinq parties. à savoir :

1° La possibilité d'avoir un combustible à bon marché et d'obtenir des sous-produits.

2° La grande économie du gaz comparée aux moteurs à vapeur.

3° La simplicité des moteurs à gaz.

4° Les producteurs de gaz et leurs avantages vis-à-vis des chaudières.

5° Les prix comparatifs.

NOTES ALLEMANDES

(DE NOTRE CORRESPONDANT PARTICULIER)

Application de l'électricité à la fabrication du verre. — La fusion des matières premières concourant à la production du verre a été obtenue jusqu'à notre époque soit dans des fours à feu direct, soit plus récemment dans des fours à gaz. Les inconvénients de ce procédé sont nombreux. La construction des fours, tout d'abord, est extrêmement onéreuse, la dépense variant, suivant l'importance des fours, de 25 000 à 70 000 fr; la durée de ces ouvrages est d'ailleurs fort limitée et leur entretien ne laisse pas d'être couteux Sans parler de l'espace énorme qu'ils exigent tant au-dessus du sol que souterrainement, sans tenir compte des conditions déplorables au point de vue de l'hygiène dans lesquelles se trouvent, en face de pareilles fournaises, les ouvriers verriers, on est obligé de constater que les résultats obtenus sont loin d'être en rapport avec les frais considérables d'installation, la rigueur de la main-d'œuvre et la consommation en combustible. Celle-ci est considérable, car la fabrication d'un kilogramme de verre exige, avec des appareils à feu direct, 3 à 4 kg de houille, avec les appareils à gaz, 1,5 à 2,8 kg. La fusion complète de la masse ne s'obtient pas d'ailleurs, en moyenne, en moins de 24 heures, et à cette lenteur s'ajoute encore l'obligation, extrêmement gênante, d'une fabrication ininterrompue, un four éteint étant hors d'usage et entièrement à reconstruire. Pour obvier à ces inconvénients, on a cherché à remplacer l'ancienne méthode à feu par l'arc électrique; divers essais ont été tentés dans ces derniers temps, et nous citerons, entre autres, les expériences faites par une Compagnie de Cologne exploitant les brevets de F.-H. Becker.

Dans ce procédé, les matières premières, convenablement mélangées, sont amenées sur une série de plate-formes disposées en gradins, et sur chacun de ces gradins la masse est soumise à l'action de l'arc voltaique. La fusion, incomplète au premier gradin, se complète en passant successivement sur les suivants, la masse fluidifiée entrainant avec elle les matières encore solides. Au bas de cette sorte d'escalier, la substance vitrifiée tombe dans un récipient communiquant par sa partie inférieure avec un deuxième où la masse se débarrasse de ses impuretés; elle arrive finalement, en passant au-dessus d'une cloison intermédiaire, dans un troisième récipient où elle est prise pour être travaillée.

La machine employée par la Compagnie de Cologne est une dynamo Schuckert à 4 pôles, donnant un courant de 360 ampères sous 120 volts, en alimentant 3 arcs en série. Des baguettes de charbon de 35 mm de diamètre et de 0,4 m de longueur constituent les électrodes.

Comme les charbons doivent être amenés au contact pour l'allumage, il a été nécessaire d'intercaler une résistance dans chacun des trois circuits. Les rhéostats, donnant une résistance maximum de 2 ohms, ont été construits pour 100 ampères. Il est d'ailleurs à remarquer qu'on peut se passer d'un réglage automatique des charbons qui brûlent lentement en raison de leur diamètre considérable et, en raison de cette circonstance, que, grâce aux gaz dégagés par la masse en fusion, l'arc peut atteindre une longueur de 0,05 m.

Le rendement de ce procédé nouveau ne pourra être, naturellement, établi que par la suite; mais en ce qui concerne la consommation en combustible, il peut, dès à présent, entrer en concurrence avec l'ancien.

***

Un impôt d'importation sur le cuivre brut. — Les producteurs de cuivre allemands réclament l'addition, au nouveau tarif douanier, d'un droit sur les cuivres bruts. D'après le désir témoigné par ces industriels, ce tarif protectionniste serait assez élevé et atteindrait 7,50 *francs* par quintal.

L'opportunité en est d'ailleurs fort discutable, et il semble que ces desiderata aient trouvé peu de partisans dans les cercles industriels d'Allemagne.

Les rares défenseurs de cet impôt nouveau se basent sur ce fait que les cuivres allemands suffisent aujourd'hui pour plus d'un tiers aux usages différents auxquels est employé ce métal.

Or, d'après les communications de la Compagnie métallurgique allemande de Francfort, la production du cuivre en Allemagne et son emploi dans les diverses industries, de 1890 à 1899 sont représentés par les chiffres suivants empruntés à *l'Electrotechnische Echo.*

	Production.	Emploi.
1840.	17 625 tonnes	47 407 tonnes
1895.	16 555 —	63 813 —
1897.	20 145 —	89 798 —
1898.	20 085 —	97 014 —
1899.	23 460 —	103 000 —

On voit que si l'accroissement du rendement des mines a été en 10 ans de 33 1/3 0/0 environ, l'augmentation du métal absorbé en usage divers atteint 120 0/0.

L'Allemagne est donc loin, actuellement, de fournir le tiers du cuivre employé dans son industrie. L'établissement d'un impôt douanier ne pourrait qu'être préjudiciable à l'industrie électrotechnique et en particulier à la fabrication des câbles. Les cuivres allemands, en effet, sont, par suite de leur mauvaise conductibilité, impropres à ce dernier usage et, à cet égard, l'Allemagne est tributaire de

l'Amérique pour les 35 à 40 000 tonnes de cuivre qui lui sont nécessaires.

Les câbles fabriqués en Allemagne sont, pour la plus grande partie, exportés. Cette exportation, toujours d'après l' « Electrotechnische Echo » s'est accrue de 1892 à 1899 dans la proportion de 1 à 8; on conçoit facilement que l'industrie des câbles se trouverait, si la motion proposée était adoptée, dans une situation d'infériorité manifeste vis-à-vis des concurrents étrangers qui, ayant désormais la possibilité de se procurer à bien meilleur compte la matière première, auraient tôt fait de supplanter l'Allemagne.

***

Le rendement des usines électriques de Berlin. — A la dernière assemblée générale des actionnaires, dans laquelle le dividende a été arrêté à 10 0/0, le directeur général a fait connaitre, sur la demande d'un des actionnaires quelle a été la consommation de courant pendant les quatre premiers mois de l'année 1900. Cette consommation se chiffre par plus de 20 000 000 de kw-heure, au lieu de 13 000 000 pendant la période correspondante de 1899.

Cette augmentation est due principalement au développement des tramways et l'accroissement du nombre des installations utilisant l'électricité comme force motrice. L'énergie absorbée par les tramways a monté, pour les périodes indiquées, de 5,3 millions à 9,4 millions de kw-heure; les moteurs ont employé 5.67 millions de kw-heure, au lieu de 3,57 en 1899.

En ce qui concerne l'éclairage privé, la consommation, en kw-heure a atteint en 1900, 2 613 millions contre 2 487 en 1899 pour les mois de janvier, février, mars et avril.

***

Inconvénients des vapeurs acides émises par les accumulateurs. — Les réclamations et les plaintes continuent d'affluer au sujet des émanations acides des accumulateurs dans les tramways électriques de Berlin.

Le préfet de police s'est ému de ces récriminations et les ordres les plus précis ont été donnés à la Compagnie des tramways pour que les récipients des accumulateurs soient hermétiquement fermés par des plaques de verre. Cette occlusion, déjà prescrite précédemment, n'avait pas été jugée suffisante dans les conditions où la Compagnie l'avait réalisée, et ce fait a motivé l'intervention pressante de l'autorité. Il a été recommandé en outre de couvrir d'un toit les ventilateurs placés dans les voitures afin d'éviter la rentrée des vapeurs dans la caisse sous l'influence du vent.

Il y a lieu d'espérer que ces prescriptiens seront exécutées à la lettre et qu'elles suffiront à éviter ces émanations non seulement désagréables, mais capables d'occasionner pour les personnes délicates, des indispositions véritables et parfois pénibles.

BIBLIOGRAPHIE

Rapports présentés au Congrès de physique réuni à Paris en 1900, sous les auspices de la Société française de Physique, rassemblés et publiés par Ch.-Ed. Guillaume et L. Poincaré, secrétaires généraux du Congrès. 3 volumes, grand in-8° avec figures. Prix : 50 francs. (Paris, librairie Gauthier-Villars). Chaque volume se vend séparément au prix de 18 francs.

Tome I. — *Questions générales. Métrologie. Physique mécanique. Physique moléculaire.*

Tome II. — *Optique. Electricité. Magnétisme.*

Tome III. — *Electro-optique et ionisation. Applications. Physique cosmique. Physique biologique.*

Lorsque la Société française de Physique eut résolu de provoquer la réunion d'un Congrès international de Physique, la Commission d'organisation conçut le dessein de profiter de cette circonstance pour édifier une œuvre qui survivrait au Congrès; il parut que l'on pouvait tenter à cette occasion de dresser une sorte de bilan des connaissances définitivement acquises dans le domaine que cultivent les physiciens et qu'il y aurait un intérêt majeur à tracer à grands traits le tableau des idées et des hypothèses par lesquelles on cherche aujourd'hui à expliquer la constitution de la nature et des lois qui la régissent.

Alors même que l'avenir viendrait bouleverser nos idées actuelles, il semble utile de marquer l'étape atteinte aujourd'hui par l'esprit humain dans son éternel voyage à la recherche de la vérité; aussi bien une partie de l'œuvre, au moins, ne sera pas soumise à la fluctuation des idées, car si les hypothèses passent, les faits demeurent; et pour arbitraire que soit, aux yeux d'un physicien, la division conventionnelle du temps, la fin d'un siècle apparait cependant comme le moment le plus naturellement propice pour procéder à un inventaire.

Pour esquisser le tableau projeté, il ne fallait s'adresser ni à un seul homme, quelque grand qu'il fût, ni même à un nombre restreint de physiciens érudits; il convenait de remonter jusqu'aux sources, et l'on pria un grand nombre de savants, pris dans tous les pays, et choisis aussi parmi ceux qui cultivent les divers domaines scientifiques où progressent toutes les variétés de la science de la nature, de parler eux-mêmes de ce qu'ils avaient fait ou de ce qu'ils avaient vu faire autour d'eux. Certes le temps paraissait un peu étroitement mesuré pour mener à bien avant l'ouverture du Congrès une telle œuvre, mais, sauf à restreindre un peu, en cours d'exécution, le plan primitif, il fallait néanmoins essayer d'en exécuter les parties essentielles. Il était nécessaire de recueillir, classer et publier les rapports relatifs aux sujets les plus intéressants qui préoccupent à l'heure actuelle le physicien : ce sont ces rapports qui sont présentés aujourd'hui réunis en trois volumes.

L'intérêt de cette publication est plus général et

plus durable que celui des comptes rendus ordinaires de congrès; les secrétaires généraux ont su, en effet, grâce à leurs relations scientifiques, et aussi au prix d'un labeur acharné, réunir, mettre au point et publier une série de rapports qui sont de véritables mémoires de premier ordre. Les physiciens de tous les pays seront surpris de trouver dans ces documents un aussi grand nombre d'études nouvelles et intéressantes.

Sonneries, Téléphones, Allumoirs, Eclairage électrique intermittent, Installation et entretien, par G. Geiger. Un volume de 68 pages avec 54 figures. Prix : 1 fr. 50. (Paris, librairie Desforges.)

On trouvera dans ce volume tous les détails pratiques indispensables à connaitre pour installer facilement chez soi sonneries électriques, téléphones, allumoirs, éclairage électrique intermittent, etc. et pour entretenir en bon état de foncnement ces diverses installations. De nombreuses figures aident à comprendre le texte. La table des chapitres de ce volume, que nous reproduisons ci-dessous, donnera une idée de l'intérêt qu'il présente :

I. Des piles. — II. Sonneries électriques. — III. Applications des sonneries. — IV. Téléphones. — V. Allumoirs électriques. — VI. Eclairage électrique intermittent.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

Séance du 31 décembre 1900. — M. A. Cornu présente une note de MM. Popoff et Ducretet *sur l'application directe d'un récepteur téléphonique à la télégraphie sans fil* (1).

M. Mascart présente une note de M. A.-B. Chauveau *sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique* (2).

M. A. Baudouin adresse des recherches sur la nature de l'électricité.

Expériences de télégraphie sans fil en Allemagne.

Des expériences de télégraphie sans fil viennent d'être faites au service aérostatique de l'armée en Allemagne, entre Berlin et Jüterbog. Une dépêche fut envoyée de Berlin au moyen d'un ballon captif à un autre ballon captif situé à Jüterborg: les différences de niveau furent compensées de manière à placer les aérostats à la même altitude; de cette façon, la trajectoire rectiligne du faisceau des ondes se trouvait localisée sensiblement dans la même couche d'air.

L'expérience ne fut pas couronnée de succès, car certains mots ne purent être transmis avec une netteté suffisante; d'autres expériences seront entreprises afin d'obtenir un résultat plus concluant; il ressortirait de ce fait que l'influence des agents atmosphériques doit entrer en ligne de compte, ainsi la condition la plus favorable serait une journée où l'air serait calme et très peu humide; le vent et l'humidité contrarient la transmission par la télégraphie sans fil. — S.

Epuration des eaux par l'ozone.

La Société Siemens et Halske est actuellement en possession d'un procédé qui permettrait de rendre potables au moyen d'ozone produit par voie électrique les eaux tenant en suspension des substances ferrugineuses lui communiquant une couleur brune ocreuse. Des expériences pratiques sont entreprises dans cet ordre d'idées à l'usine hydraulique de Kœnisberg, afin de pouvoir utiliser l'eau sortant de l'usine par le canal d'évacuation. — S.

Société française de physique.

Séance du 21 décembre 1900. — *Sur la convection électrique et les expériences de M. Rowland*, par V. Crémieu — D'après la théorie de Maxwell, une surface plane, de largeur l, de longueur ds, se déplaçant dans son propre plan et dans le sens de ds avec une vitesse v, équivaudra, si elle est chargée électriquement, à une densité superficielle σ, à un élément courant de même longueur ds, occupant à chaque instant la même position, et dont l'intensité i serait telle que :

$$ids = \sigma v l ds.$$

Cette surface constituera un élément de courant de convection devant produire tous les effets magnétiques de l'élément de courant de conduction.

La réciproque de l'effet magnétique de la convection électrique serait une force pondéromotrice d'induction f, agissant sur un corps portant une charge μ et placée à distance r de l'axe d'un solénoïde électromagnétique, dans lequel se produirait une variation de flux $\frac{d\varphi}{dt}$. On aurait :

$$f = \frac{\mu}{2\pi r} \frac{d\varphi}{dt}.$$

M. Rowland et quelques autres expérimentateurs ayant cru vérifier l'existence de l'effet magnétique de la convection électrique, j'avais cherché à vérifier l'existence de l'effet inverse.

J'ai exposé précédemment à la Société de physique comment j'étais arrivé à trouver que cet effet n'existait pas, et ensuite que l'effet magnétique de la convection elle-même n'existait pas non plus.

La méthode employée dans ce second cas différait sensiblement de celle de M. Rowland.

J'ai fait une nouvelle série d'expériences avec un appareil basé sur un principe identique à celui de Rowland. Mais j'ai cependant réalisé des courants de convection beaucoup plus intenses.

J'ai pu ainsi constater les faits suivants :

(1) Le texte de cette note est reproduit dans le présent numéro, page 40.
(2) *Comptes-rendus*, tome CXXXI, n° 27, p. 1298.

Un disque d'ébonite, doré suivant des secteurs isolés, chargé à une densité superficielle électrostatique de 2 à 5 C. G. S., tournant entre des plateaux fixes diélectriques recouverts de secteurs d'étain isolés les uns des autres et séparément reliés au sol, produit, sur une aiguille aimantée placée parallèlement à son plan, des déviations dans le sens prévu pour la convection électrique.

Mais ces déviations sont beaucoup plus faibles que celles calculées et ne suivent pas les lois qui feraient varier l'intensité des effets de la convection.

De plus, elles disparaissent dès qu'on interpose, entre l'aiguille aimantée et le système disques-armatures fixes, une plaque conductrice. Elles diminuent ou disparaissent, suivant que l'aiguille aimantée se trouve en face du milieu d'un secteur fixe ou en face d'une séparation entre deux secteurs.

Elles disparaissent aussi si les secteurs fixes sont reliés au sol par plusieurs points symétriques par rapport à la position de l'aiguille aimantée.

Enfin elles disparaissent encore si les secteurs d'étain sont remplacés par une couche de graphite assez conductrice pour se charger, mais trop résistante pour que des courants d'induction un peu intenses puissent y prendre naissance.

Les déviations observées ne sont donc certainement pas dues à la convection électrique. Elles proviennent d'un phénomène de conduction qui se produit dans les secteurs fixes.

L'étude de ces effets sera continuée.

Mais ces nouvelles expériences confirment les précédentes en ce qui concerne la non-existence de l'effet magnétique de la convection.

Toutefois, le rôle des armatures fixes interposées entre le disque tournant et l'aiguille aimantée, ne paraissant pas très net, j'ai entrepris une dernière expérience dans laquelle l'aiguille sera au voisinage direct du disque, sans interposition d'autres écrans que des enveloppes diélectriques indispensables pour supprimer l'effet des mouvements de l'air.

La métallurgie à base d'aluminium, l'alumino-thermie, par M. Matignon. — Hans Goldschmidt a désigné, sous le nom d'alumino-thermie, l'application de l'aluminium à la réduction des oxydes, soit en vue de l'obtention des métaux et de leurs alliages, soit en vue de l'utilisation de la chaleur réalisée dans cette réduction.

L'aluminium réduit tous les oxydes, sauf la magnésie, en mettant le métal en liberté :

$$3MO + Al^2 = Al^2O^3 + 3M.$$

Dans la plupart des cas, la réaction une fois provoquée en un point du mélange se propage d'elle-même dans toute la masse; par suite de la chaleur dégagée, l'alumine et le métal fondent tous deux et se séparent suivant l'ordre de leur densité; après le refroidissement, on trouve dans le creuset où s'est effectuée la réduction un culot métallique recouvert par la scorie d'alumine fondue. On amorce la réaction en déposant à la surface du mélange quelques grammes de bioxyde de baryum mêlés avec un peu de poudre d'aluminium et enflammés par l'intermédiaire d'un fil de magnésium.

L'aluminium est mêlé à l'oxyde en poudre sous la forme des grains obtenus par un procédé spécial. En opérant avec un mélange d'oxydes, on obtient l'alliage correspondant.

La chaleur énorme dégagée dans ces réactions a fait utiliser le mélange oxyde de fer et aluminium pour la soudure économique des rails de tramways, des tubes de fer, de cuivre, etc.

-oo-

L'exposition des automobiles à New-York.

Du 3 au 10 décembre a eu lieu, à Madison Square Garden, à New-York, la première exposition de l'Automobile-Club d'Amérique; elle a obtenu, paraît-il, un succès financier et technique dépassant toutes les espérances des organisateurs. On y voyait représentés tous les types possibles d'automobiles américaines et quelques modèles étrangers. L'une des voitures qui attirait le plus l'attention était une petite automobile électrique Baker à deux places; son poids total y compris le moteur de 3/4 de cheval, n'était que de 250 kg; la plus grande partie des pièces étaient faites en alliage de nickel et d'aluminium; la batterie d'accumulateurs placée sur le siège, laissait l'arrière de la voiture et le corps même complètement dégagé et permettait de faire des courses de 20 milles.

L'exposition de Madison-Square était entourée d'une piste ovale presque toujours occupée par un défilé d'automobiles, et ce n'était pas l'une des moindres attractions que de voir circuler ainsi en service les voitures exposées. On y faisait également des essais de freinage et pour cela, dans le parc, avait été disposée une suite de quatre rampes différentes, la plus faible de 10 0/0 et la plus accentuée de 43,5 0/0. Puis on réalisa le dernier jour des expériences d'arrêt brusque. Ce furent les voitures électriques qui obtinrent, dans ces essais, la première place. Un automobile Riker, à une vitesse de 10 milles à l'heure, parvint à s'arrêter en 6 secondes sur une longueur de 4,50 m. La Compagnie *General Electric* exposait tout un ensemble de matériel propre à la charge des batteries pour automobiles; il y avait quatre distributeurs automatiques de courant donnant des charges de 20 à 50 ampères; le mécanicien de l'automobile qui désirait procéder à une nouvelle charge laissait tomber dans une fente *ad hoc* une pièce de 1,25 fr, reliait les conducteurs de sa batterie aux électrodes de l'un des distributeurs et obtenait ainsi 2,5 kilowatts-heure. — D.

-oo-

Les chemins de fer électriques de New-York.

Depuis déjà plusieurs années on promet aux New-Yorkais, la transformation de leur réseau *elevated* et l'installation de la traction électrique avec le système du troisième rail. On vient enfin de commencer cette installation par un essai sur une section de voie de la seconde avenue, dans l'espace compris entre la 65e et la 94e rue. Dans une première expérience, un train composé de deux voitures automotrices et de quatre remorquées placées au centre a parcouru cette section. Le poids des voitures était de 16 tonnes environ; elles étaient munies chacune de quatre moteurs de 150 chx reposant sur des châssis en acier du poids total de 35 tonnes. Le courant étant pris à un troisième

rail au moyen des sabots de contact ordinaires; un dispositif à recommander consistait dans l'emploi d'un encastrement de bois qui enveloppait le rail afin d'empêcher que l'on puisse y poser le pied involontairement. Le mécanisme de couplage était placé sur la voiture d'avant et comprenait les organes des coupleurs ordinaires. Ces locomotives ressemblent fort à celles de Baltimore ainsi qu'aux locomotives électriques du chemin de fer souterrain de Londres. Dans un second essai réalisé tout récemment, le train comprenait six voitures et était animé d'une vitesse de 34 milles à l'heure. D'après les déclarations d'un ingénieur électricien de cette compagnie, M. Hugh Hozletor, la transformation de *l'elevated* s'accomplira graduellement. Une autre section importante sera ouverte dans trois mois à peu près, dès que les sept sous-stations nécessaires à l'alimentation du troisième rail seront achevées. La durée des trajets sera très diminuée, car on obtiendra un minimum de 34 milles au lieu de 12 que l'on a actuellement. — D.

-∞-

Chemin de fer électrique de la Jungfrau.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 27 décembre 1900 les détails suivants sur l'état actuel des travaux de construction du chemin de fer électrique de la Jungfrau :

Après la mort de M. Guyer-Zeller, survenue le 3 avril 1899, tous les efforts ont porté sur l'achèvement de la section qui va du glacier d'Eiger à Rothstock. Cette partie a pu être ouverte à l'exploitation le 3 août 1899. Quant au percement du tunnel au delà de Rothstock (2890 km), on a dû le suspendre pour des motifs de service. Les travaux de perforation ont été sérieusement repris le 1er novembre 1899 et poursuivis jusqu'au 15 mai 1900; à cette dernière date, on avait atteint le 3,363 km, ce qui donne, pour six mois et demi, un parcours de 473 m, ou, en comptant 25 jours ouvrables dans chaque mois. une moyenne quotidienne de 2,89 m. Quant à la galerie latérale suivante, le chantier ne sera ouvert qu'au 3,630 km; et, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à ce point, il faut faire passer tous les décombres par la galerie latérale du 2,980 km (station de Rothstock). Par suite de cette circonstance, tous les trains de voyageurs et ceux de matériaux auraient dû, pendant la campagne d'exploitation de 1900, parcourir la même galerie. De là, la suspension des travaux de percement durant l'été dernier. Ces travaux, qui n'ont pu être repris que depuis le 1er octobre, sont aujourd'hui poussés activement. De même que par le passé, trois équipes d'ouvriers travaillent jour et nuit, chacune huit heures durant. Toutes les provisions d'hiver nécessaires pour nourrir un personnel de 80 à 90 hommes sont déjà emmagasinées au glacier d'Eiger, de même que les explosifs. Pour évacuer plus facilement les décombres, on a installé, dès octobre dernier, une machine funiculaire d'extraction actionnée par l'électricité, laquelle permet d'augmenter encore le rendement de travail jusqu'ici atteint. Comme la prochaine station, celle d'Eigerwand (à 2867,6 m au-dessus du niveau de la mer), doit être construite au 4,400 km, depuis la côte du 3,363 km jusqu'à ce point il reste encore à continuer le tunnel sur une longueur de 1037 m, ce qui nécessitera environ 14 mois (d'octobre 1900 à décembre 1901). Quant au 3,630 km, point d'amorce de la prochaine galerie, on l'atteindra dans les derniers jours de janvier 1901. Par suite, durant la belle saison de 1901, on n'aura très vraisemblablement pas à suspendre les travaux de construction, car l'évacuation des décombres pourra se faire par cette nouvelle galerie. Après la station d'Eigerwand, viendra celle d'Eismeer (mer de glace) située au 3,800 km, où l'on arrivera à une hauteur de 5600 m au-dessus du niveau de la mer. La traversée en tunnel, entre ces deux derniers points, aura un développement de 1400 m. La station d'Eismeer sera la gare de chemin de fer la plus élevée, et probablement la plus intéressante de toute l'Europe.

G.

-∞-

La traction électrique en Allemagne.

A la suite de très intéressantes expériences effectuées par M. Wilhelm von Siemens, l'éminent électricien allemand, sur la ligne de Lichterfelde, où un train, remorqué par des locomoteurs de son invention, a pu maintenir, sur toute la durée du parcours, une vitesse constante de 150 km à l'heure, le directeur général des chemins de fer au ministère de la guerre vient de décider la continuation de ces essais sur la ligne militaire de Mariendorf à Zehlendorff, d'une longueur de 22 km, dans les conditions suivantes :

Le courant électrique, produit à la station centrale de l'Oberspree, près de Berlin, à la tension de 12 000 volts, sera transformé par les locomoteurs eux-mêmes, en cours de route, et de façon à ce que ces derniers puissent atteindre la vitesse de 200 km à l'heure, en palier comme dans les rampes. Les voitures automotrices, du poids de 70 tonnes, mesureront 26 mètres de longueur et comporteront 60 places assises.

La tension de 12 000 volts n'a encore jamais été utilisée pour la traction électrique des trains. Elle est vingt-quatre fois supérieure à celle qu'on emploie sur les chemins de fer de l'État allemand, et la puissance développée par chaque locomoteur sera égale à 1800 chx environ.

ERRATUM

Dans notre numéro du 5 janvier 1901, pages 10 et 11, les figures 7 et 8 ont été par erreur retournées, le haut de la figure se trouve en bas et réciproquement.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

TRANSMETTEURS D'ORDRES

DE MM. SIEMENS ET HALSKE

Considérons, d'une part, trois bobines identiques et enroulées dans le même sens sur des noyaux de fer doux pourvus eux-mêmes d'une culasse commune, les fils étant réunis par l'une de leurs extrémités en une même jonction, tandis que les autres extrémités, isolées l'une de l'autre, se rendent à un manipulateur éloigné. D'autre part, ce manipulateur, formé d'un

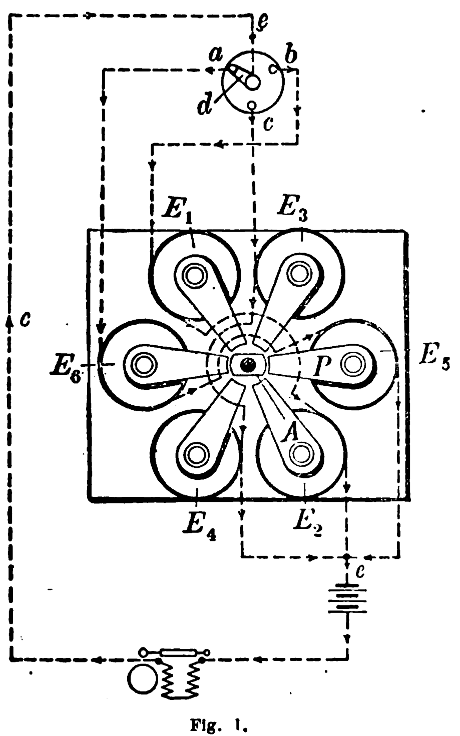


Fig. 1.

cylindre d'ébonite, est muni de deux secteurs métalliques diamétralement opposés sur lesquels frottent trois contacts calés à 120° l'un de l'autre et reliés respectivement aux trois bobines du récepteur, tandis qu'une source d'énergie électrique à courant continu communique à deux anneaux métalliques montés sur l'axe du cylindre et reliés avec lui. Il résulte de cette disposition que le courant n'étant jamais interrompu dans le manipulateur, chaque bobine se trouvera à son tour soit hors circuit, soit en tension avec les deux autres groupées en quantité ou en tension avec une seule, ou encore en quantité avec une seule, ou enfin deux sont en quantité avec la troisième en tension; le sens du courant changera alors une fois pour chaque bobine par tour de manipulateur. Plaçons enfin les noyaux des bobines aux sommets d'un triangle équilatéral dont le centre est occupé par un axe autour duquel peut pivoter une courte aiguille aimantée; lorsque le courant, partant d'un secteur du manipulateur, traverse l'une des bobines, puis se bifurque dans les deux autres en dérivations égales, les noyaux de fer doux s'aimanteront; il se formera dans celui de la première bobine un pôle positif par exemple et deux pôles négatifs égaux entre eux dans les autres; l'intensité du champ, résultant de ces trois pôles, se dirigera du centre du système vers le premier noyau et l'aiguille mobile aimantée s'orientera dans cette même direction. Imprimons au

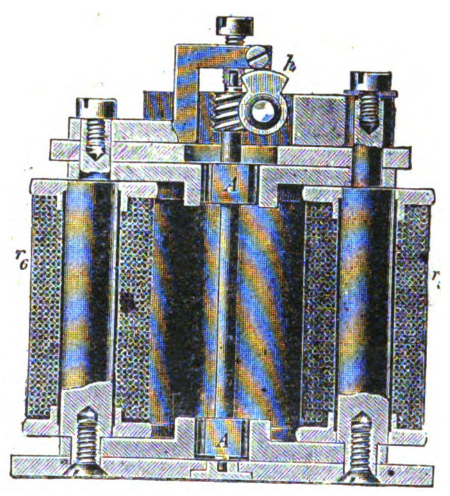


Fig 2.

cylindre du manipulateur un mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire de gauche à droite, le champ résultant de cette modification dans la distribution du courant prendra une nouvelle direction et la position de l'aiguille aimantée subira une variation proportionnelle dans le même sens. En résumé, chaque déplacement de 30°, par exemple, du cylindre provoque un déplacement égal de l'aiguille aimantée, soit dans un sens, soit dans l'autre, suivant le mouvement imprimé au cylindre.

Tel est le principe sur lequel repose la construction des transmetteurs d'ordres de MM. Siemens et Halske à champ magnétique tournant. Ce principe décrit à diverses reprises, et selon ses diverses applications, dans les revues techniques françaises et étrangères a été étudié spécialement dans la *Revue internationale d'électricité*, en 1892, par M. Yorel; il ajoutait

que M. Ramazotti, ingénieur de la marine, avait fait à cette époque construire chez MM. Sautter et Harlé des transmetteurs et des indicateurs analogues. Nous renverrons donc à cet article nos lecteurs pour plus amples renseignements (1).

Les appareils Siemens et Halske, qui figuraient à l'Exposition au premier étage du Palais d'Electricité, classe 27, groupe V, sont destinés, comme nous l'avons dit dans un précédent article, à la transmission des ordres à bord des navires de guerre allemands; ils consistent principalement en transmetteurs d'ordres pour la machine et la chambre de chauffe, et en transmetteurs indicateurs des angles de barre.

La partie essentielle et commune à tous ces transmetteurs (fig. 1 et 2) comprend un ensemble de 6 bobines dont les noyaux en fer doux disposés radialement portent à leurs extrémités supérieures et inférieures des pôles P entre lesquels peut tourner une armature A; l'entrefer est extrêmement petit. Les extrémités de l'enroulement de chacune de ces trois paires de bobines communiquent d'une part avec les trois points de contact *a b c* d'un commutateur; d'autre part, elles se réunissent en une ligne commune de retour *e*, sur laquelle est montée

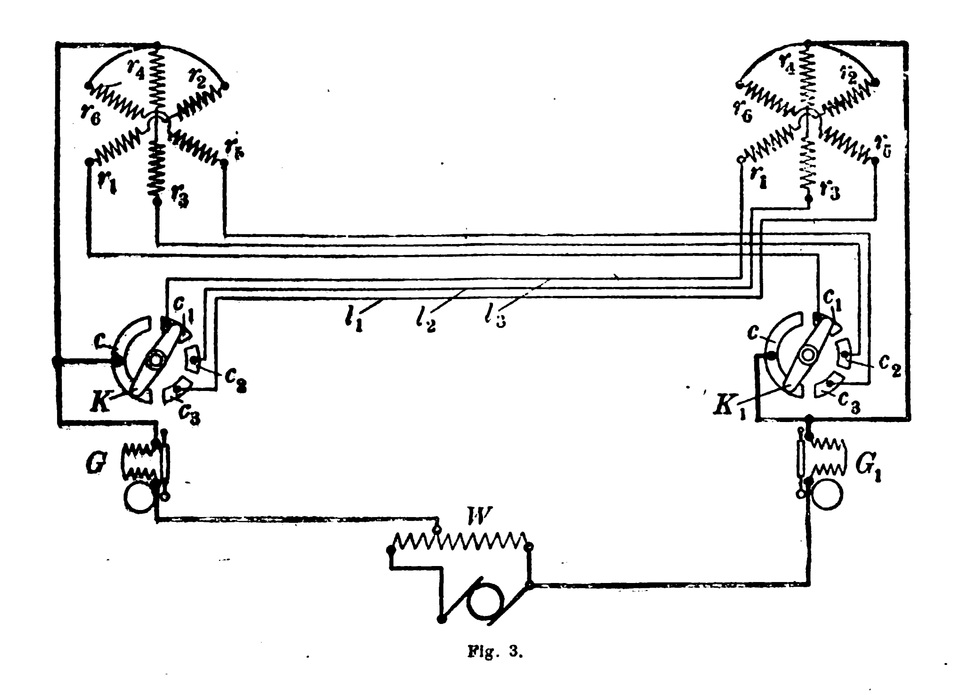


Fig. 3.

une batterie de piles; cette ligne de retour aboutit au centre du levier de manœuvre *d*. Lorsque celui-ci se trouve par exemple sur le contact a (fig. 1), le courant traverse le système dans la direction indiquée par les flèches et l'armature A se place dans la position E_5 E_6...

Si maintenant nous déplaçons le levier de manœuvre *d* dans le sens des aiguilles d'une montre, les noyaux en fer doux des bobines s'aimantent et la direction du champ se modifie dans le même sens; il en résulte que l'armature A se déplace d'une même quantité. Bien entendu le mouvement de l'armature s'effectue en sens inverse, si le commutateur *d* est lui-même inversé.

(1) *Revue internationale d'électricité*, 1892, 2e semestre, p. 435.

La disposition du circuit magnétique est fort bien comprise, comme on peut le voir sur la figure 2. L'énergie avec laquelle l'armature A se déplace est très considérable et proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse l'appareil d'autant plus que cette action, d'ailleurs, est momentanée et n'agit pas continuellement.

Les mouvements de l'armature A sont transmis à l'aiguille indicative du cadran par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un pignon *h* (fig. 2).

Cette disposition présente deux avantages principaux et très importants, car :

1° On peut transmettre un nombre quelconque de commandements sans que, pour cela, le nombre des conducteurs en soit augmenté;

2° Il ne se produit aucune oscillation de l'aiguille indicatrice puisque, à l'aide de la transmission par vis et pignon, cette aiguille est im-

médiatement arrêtée dès que cesse le mouvement du commutateur, même si le fonctionnement des appareils s'effectue très rapidement.

Dans le système Siemens et Halske, la transmission des ordres s'effectue avec un signal d'avertissement et un signal de réponse. Les signaux d'avertissement sont donnés par l'intermédiaire d'une sonnerie qui est intercalée

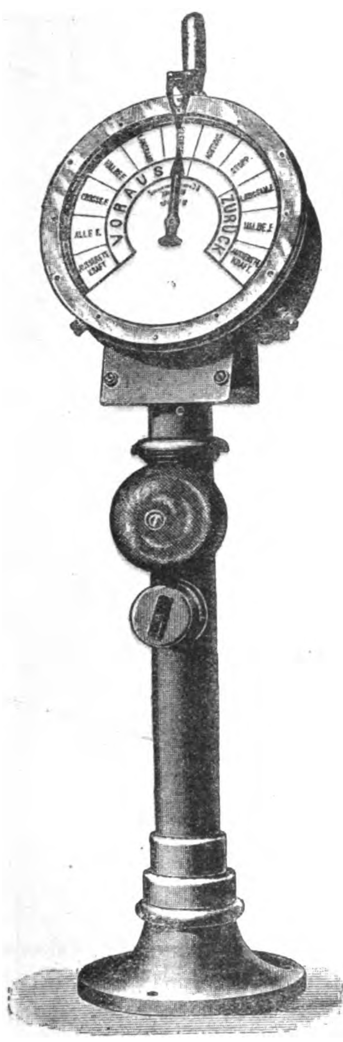


Fig. 4.

sur le conducteur de retour (fig. 1) et qui tinte dès que l'appareil fonctionne; il n'y a donc, de ce chef, aucune multiplication des conducteurs; en outre, l'avertissement de la sonnerie subsiste pendant tout le temps des signaux et dénoncerait par son silence un défaut quelconque dans la ligne. Les appareils comprenant toujours un commutateur et un ensemble de bobines avec armature et aiguille indicatrice, il s'ensuit que la position de cette aiguille montre a manœuvre faite au récepteur, dès que l'ordre a été transmis. S'il est compris l'aiguille indicatrice qui joue le rôle de répétiteur doit venir, sur le cadran du transmetteur, coïncider avec la pointe du levier de manœuvre.

Le schéma (fig. 3) représente la disposition des connexions pour deux appareils de commandement avec les indicateurs de réponse. L'on voit que les extrémités des enroulements des trois paires de bobines r_1 r_3 r_5 communiquent d'une part, avec les conducteurs l_1 l_2 l_3 pour aboutir respectivement aux pièces de contact c_1 c_2 c_3 des commutateurs K et K_1, tandis que, d'autre part, elles sont reliées aux bobines r_6 r_1 r_2 pour former le conducteur de retour commun sur lequel sont branchées les sonneries G et G_1 ainsi que la source d'énergie W, qui communique en même temps avec le segment métal-

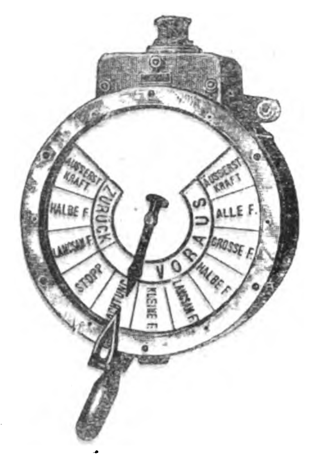


Fig. 5.

lique c des commutateurs. Lorsqu'on déplace le levier du commutateur K au moyen d'une manette ou d'une manivelle, la source d'énergie est mise successivement en communication avec l'un des conducteurs et provoque le déplacement identique de l'armature des bobines et de l'aiguille indicatrice. On comprend par cette figure schématique que le nombre des conducteurs est toujours limité à sept, quelles que soient la variété et la multiplicité des commandements avec répétiteur et signal avertisseur.

Les transmetteurs et récepteurs d'ordres pour machines, que représentent dans leur ensemble les figures 4 et 5, ne diffèrent entre eux que par le mode de support. Le transmetteur est monté sur pied, le récepteur s'accroche ordinairement au mur; les cadrans sont divisés en deux parties principales : *en avant*, *en arrière*, et comprennent divers commandements, tels que : *attention*, *stop*, *lentement*, *demi-vitesse*, *grande vitesse*, *à toute vitesse*. Dès que le

levier du transmetteur est déplacé vers un ordre quelconque, l'aiguille indicatrice du récepteur se déplace du même angle vers l'ordre correspondant. Immédiatement l'homme du récepteur doit faire mouvoir son levier et le mettre en concordance avec l'aiguille indicatrice, ce qui provoque, sur le cadran du transmetteur, la déviation de l'aiguille venant se placer à son tour sur l'ordre transmis; c'est la preuve que l'ordre a été reçu et compris. Pendant tout le temps de ces manœuvres les sonneries tintent.

La rapidité avec laquelle se meut l'armature, en accord avec le déplacement du champ magnétique, est forcément limitée par le moment d'inertie des organes, car il est nécessaire que ces appareils soient extrêmement robustes. Mais cette rapidité est encore supérieure à celle qui est exigée pour la transmission des ordres sur les navires. Le système ne demande qu'à être protégé contre les chocs brusques et les à-coups dus à une fausse manipulation, comme cela peut souvent se produire; c'est pourquo

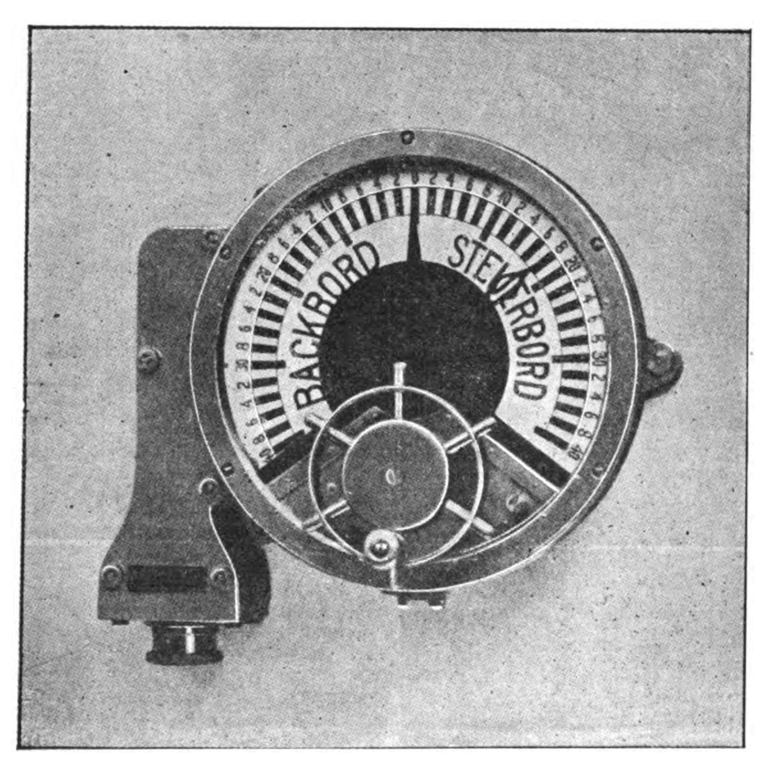


Fig. 6.

MM. Siemens et Halske ont pourvu ces transmetteurs d'un piston amortisseur à air accouplé au levier de manipulation, ce qui n'empêche d'aucune façon l'exactitude des indications ni la correction du fonctionnement, mais ce piston oppose aux chocs une telle résistance que les appareils ne courent plus aucun danger.

Au début d'une transmission, alors que le courant ne passe pas encore, l'aiguille du récepteur n'est pas en concordance lorsqu'on ferme le circuit; c'est pour cela que l'axe du mouvement porte (fig. 2) un segment *h* qui, dans les positions extrêmes de l'aiguille, vient s'appuyer contre une cheville extérieure montée sur l'axe de l'armature A. Pour la mise en fonctionnement des appareils, il suffit alors de pousser le levier de manœuvre dans les deux positions extrêmes et, dans ce cas, il coïncidera instantanément avec le levier du récepteur.

Dans le commutateur des appareils de transmission pour la salle des machines, il faut toujours obtenir une interruption franche du courant, surtout si l'on emprunte l'énergie nécessaire aux circuits d'éclairage. Pour cela, l'axe du levier est pourvu d'une roue étoilée dans les dents de laquelle s'engrènent des molettes fortement comprimées par un ressort robuste. Lorsque le levier se déplace alors sur les bagues de contact, l'interruption s'effectue toujours rapide et brusque.

Les sonneries employées sont également d'un modèle spécial, complètement protégées contre

toute invasion de poussières de charbon ou de vapeur d'eau.

Les transmetteurs d'ordres de route pour les hommes de la barre sont absolument identiques aux précédents comme organes électriques; la seule différence qu'ils présentent (fig. 6) consiste forcément dans les indications inscrites sur le cadran; il est divisé en deux parties : *bâbord* à gauche, *tribord* à droite, avec des divisions identiques, correspondant aux degrés de déviation de 0 à 40. Le levier de manœuvre affecte la forme d'une roue à manettes semblable à celle du servo-moteur commandant le gouvernail. Les appareils comportent également deux aiguilles; l'une d'elles suit les mouvements du commutateur; l'autre, réceptrice, enregistre les déplacements de l'armature des bobines.

Enfin, des indicateurs des angles de barre peuvent montrer à chaque instant automatiquement la route suivie dans des récepteurs disposés sur la passerelle, dans le blockhauss, etc. Le transmetteur (fig. 7), seul, diffère quelque peu des appareils précédents; il comporte un commutateur accouplé directement au moyen d'une chaîne double avec le gouvernail; les différentes positions de la tige de contact de ce commutateur correspond donc avec les déviations de la barre et sont transmises comme précédemment à un récepteur indicateur renfermant le groupe ordinaire des 6 bobines avec leur armature mobile solidaire d'une aiguille qui parcourt les divisions d'un cadran. Afin d'éviter tout dérangement du commutateur, ce qui pourrait arriver par suite de chocs brusques, la chaîne est munie de pièces intermédiaires faisant ressort; de plus le commutateur est muni lui-même d'un échappement qui ne permet qu'une vitesse de déplacement déterminée, mais toujours prévue plus grande que la pratique ne l'exige; le déplacement total du gouvernail de bâbord à tribord s'effectue au maximum en 20 secondes. Les trois bagues de contact du commutateur, qui affectent la forme d'un pignon denté, sont déplacées l'une par rapport à l'autre de 1/3 de la distance qui sépare deux dents afin que ces trois pignons, qui touchent alternativement les deux balais frotteurs, viennent communiquer successivement avec les trois conducteurs du circuit des bobines et transmettent ainsi tous les mouvements du gouvernail dans les deux sens.

Pour terminer, nous montrerons, sur la fig. 8, l'installation d'un nombre illimité d'appareils Siemens et Halske. L'un des conducteurs se relie, à travers les sonneries g, g^1 g^n, à tous les manipulateurs d d^1 d^n, tandis que l'autre traversant les enroulements r_1 r_2 r_3, r^n_1 r^n_2 r^n_3 des bobines revient aboutir aux contacts a, b, c, a^n, b^n, c^n des commutateurs. Si l'un quelconque des manipulateurs d, d_1, d_n est déplacé, un courant traverse tout l'ensemble des circuits et les appareils fonctionnent synchroniquement. On peut donc desservir un nombre quelconque de postes à l'aide de 8 conducteurs seulement y compris les sonneries.

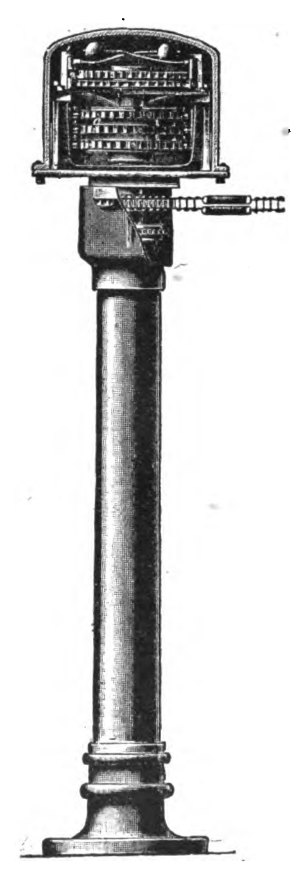


Fig. 7.

Comme dispositif général et commun à tous les appareils, deux lampes à incandescence éclairent intérieurement les cadrans dont les indications ressortent en noir sur un fond lumineux. Une étanchéité complète est assurée; néanmoins le démontage s'opère facilement et sans qu'il soit nécessaire de détacher aucune connexion; toutes les pièces sont interchangeables et peuvent être remplacées avec la plus grande rapidité.

Comme nous le disions dans un précédent article (1), les transmetteurs Siemens et Halske sont adoptés sur un grand nombre des cui-

(1) Voir l'*Electricien*, n° 521, p. 401.

rassés de la marine allemande et de la marine autrichienne, ainsi que sur les paquebots de la Compagnie du *Norddeutscher Lhoyd*.

Il est évident que dans un combat, ces transmetteurs peuvent avoir le sort malheureux et très aventuré de tous les appareils électriques qui, à bord, sont exposés à tant d'avaries; toutefois leur fonctionnement très ingénieux offre des

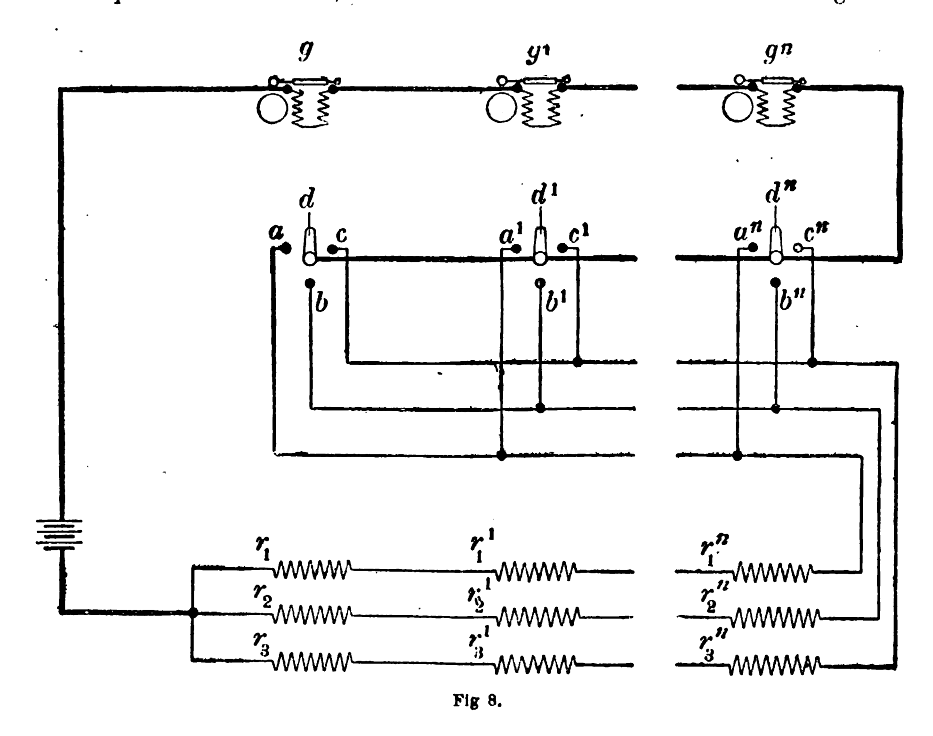


Fig 8.

sécurités et des moyens de vérification qui sont remarquables et doivent être remarqués (1).

Georges Dary.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
DES MINES DE CARMAUX

M. Ch. Pères, agent général des mines de Carmaux, a fait en juin dernier une communication intéressante sur ce sujet au Congrès international des mines et de la métallurgie.

Le problème consistait à remplacer des moteurs à vapeur disséminés pour l'exploitation et dont l'entretien était onéreux, à fournir la force motrice aux travaux souterrains et aux nouvelles installations de la surface et enfin à assurer l'éclairage qui jusque-là était fait au gaz.

Pour ces différentes applications, il fallait environ 1200 chx. On décida d'emprunter cette énergie aux chaleurs perdues des fours à coke, et c'est là le point particulièrement intéressant de cette installation.

L'usine à coke comporte 114 fours groupés en 14 batteries de 8 à 10 fours chacune. Les batteries centrales sont desservies deux par deux par une même cheminée, de telle sorte qu'il y a en tout 8 cheminées par lesquelles sont évacués les gaz chauds à leur sortie du collecteur de chaque groupe. Les gaz chauds constitués par les produits volatils qui se dégagent de la charge de houille (5300 kg par four) circulent sous la sole de chaque four avant de se rendre au collecteur.

Force motrice. — On a monté huit générateurs Belleville d'une surface totale de chauffe de 1126 m. carrés sur l'arrière des culées des batteries en regard des cheminées. Les gaz chauds peuvent à volonté par un jeu de registres être dirigés sous les chaudières ou se perdre dans l'air comme auparavant.

L'alimentation de ces chaudières est assurée par deux pompes qui permettent de maintenir une pression constante dans les conduites où chaque générateur peut puiser d'une façon automatique et continue.

La quantité d'eau vaporisée par les chaudières représente une force motrice disponible, de 1900 chx environ sur laquelle une partie est affectée à des moteurs spéciaux et l'autre utilisée dans les moteurs de la station centrale d'électricité.

(1) Ces appareils sont construits en France par MM. Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris.

La tonne de vapeur à 12 kg de pression par cm^2 revient à 0,115 : prix excessivement bas puisqu'il ne représente que la main-d'œuvre, le graissage et le petit entretien.

Station centrale. — La station d'électricité d'une puissance de 1400 chx comporte 4 groupes électrogènes de 350 chx qui peuvent être couplés en quantité. Les figures 1 et 2 représentent un de ces groupes électrogènes.

Chaque groupe se compose d'un moteur à vapeur attaquant directement un alternateur triphasé.

Le moteur à vapeur est du type horizontal compound à 2 cylindres montés en tandem; la distribution du cylindre à haute pression se fait par un tiroir cylindrique équilibré avec détente variable commandé par un régulateur Armington; la distribution genre Corliss est appliquée au cylindre à basse pression.

La consommation de vapeur avec échappement libre est de 9, 750 kg par cheval-heure indiqué.

L'alternateur à courants triphasés est du type Siemens et Halske. L'inducteur mobile calé sur l'arbre du moteur porte 60 pôles, et une excitatrice montée en porte à faux sur le prolongement de l'arbre de l'induit lui fournit le courant par deux bagues calées sur ce même arbre.

L'induit comporte 180 barres de cuivre reliées en 3 circuits.

L'excitatrice est une dynamo shunt à induit mobile extérieur et à inducteur tétrapolaire qui fournit à pleine charge 80 ampères sous 115 volts.

Les conditions de fonctionnement de l'alternateur sont :

Nombre de tours par minute : 100; nombre de périodes par seconde : 50; tension étoilée, 240 volts; 750 ampères par phase.

Puissance développée à pleine charge : 330 K. V. A.

L'énergie électrique produite par la station est utilisée sous la tension de 240 volts dans les appareils placés au voisinage; et cette tension est remontée à 5000 volts pour la portion qui doit être transportée à distance. Six transformateurs type Siemens et Halske de 360 ampères sous 240 volts dans le primaire et 5000 volts et 18 ampères dans le secondaire sont affectés à ce service. Le rendement de ces transformateurs à pleine charge est de 0,96 environ.

Le tableau de distribution monté de façon à être accessible sur les 2 faces et dont la figure 3 représente les connexions occupe une hauteur de 3 étages; l'étage inférieur est réservé à tous les appareils de manœuvre et de mesure de la station; le second aux appareils de manœuvre et de mesure des lignes à basse tension; l'étage supérieur à ceux qui commandent les lignes de haute tension.

Le prix de revient du kilowatt-heure pour un facteur de puissance égal à 0,7 est de 0,007 fr comprenant la main d'œuvre, le graissage, le petit entretien et la consommation de vapeur.

Distribution de l'énergie électrique.

Le courant à 240 volts est utilisé directement par les moteurs des usines situées à proximité de la station et abaissé de 240 à 120 volts pour l'éclairage de ces usines. On le transforme à 5000 volts pour la distribution dans les centres éloignés et en ces derniers points des sous-stations abaissent ce voltage à 240 volts pour la force motrice et à 120 volts pour l'éclairage.

De la station centrale partent 4 réseaux :

Une ligne à 120 volts pour desservir les usines voisines;

Une ligne à 240 volts pour desservir les usines voisines;

Une ligne à 5000 volts pour les bâtiments de la direction distants de 950 m;

Une ligne à 5000 volts pour les puits et usines situés à grande distance.

Cette dernière ligne a une longueur de 4340 m.

Les canalisations sont aériennes et faites en fils de cuivre nu de haute conductibilité, dont la section est calculée pour une perte de 3 0/0 sur les lignes à haute tension et de 5 0/0 sur celles à basse tension. Ces câbles sont supportés par des poteaux de 10 à 15 m de hauteur, distants de 40 m. L'isolation est obtenue par des supports à triple cloche pour la haute tension et à double cloche pour la basse tension.

Pour permettre en cas d'accident ou de réparation d'isoler le tronçon intéressé, on a disposé aux points où les canalisations principales se subdivisent des tours en maçonnerie où aboutissent les conducteurs et d'où partent les dérivations en traversant des commutateurs interrupteurs et coupe-circuits appropriés.

Les sous-stations situées aux centres d'utilisation sont installées dans des bâtiments spéciaux. Chacun d'eux est surmonté d'une sorte de cheminée en maçonnerie où aboutissent les câbles à haute tension. Ces câbles sont reliés à trois barres sur lesquelles sont faites les prises de courant des transformateurs.

Les travaux souterrains sont desservis par

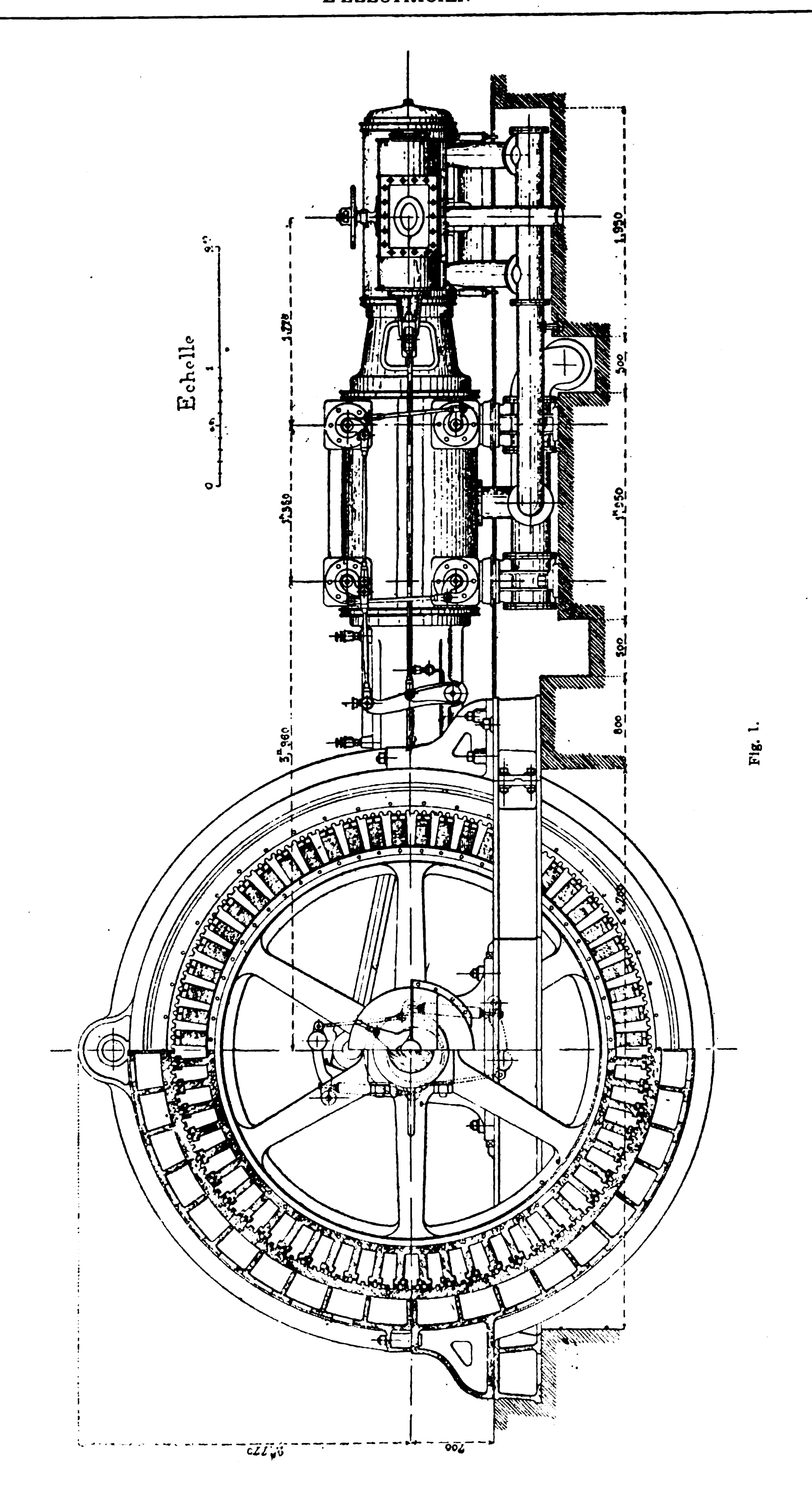


Fig. 1.

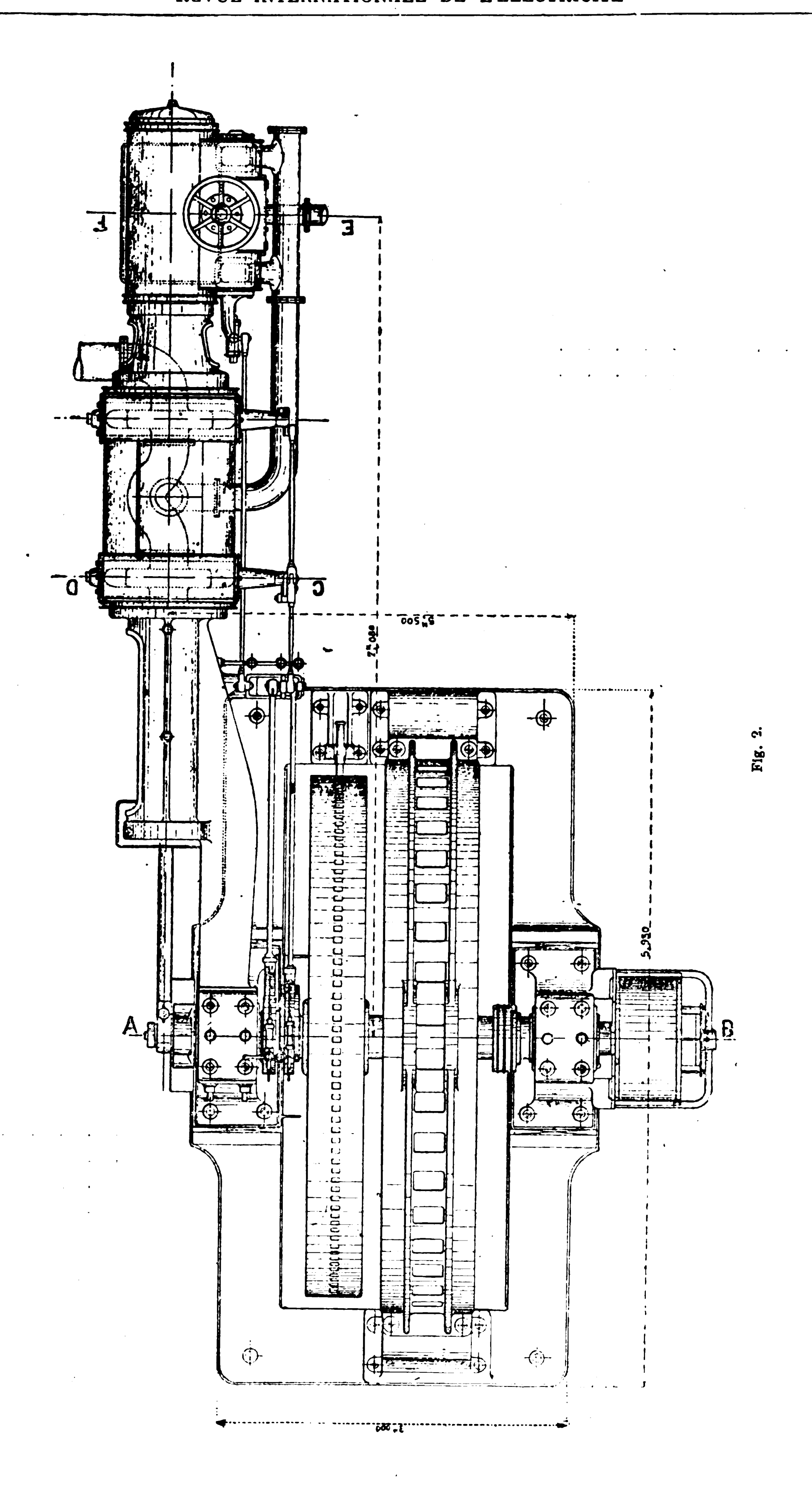


Fig. 2.

des câbles armés à haute tension qui partent directement des mêmes barres.

Différents circuits du centre d'utilisation aboutissent à deux tableaux, dont un pour les circuits d'éclairage à 120 volts et un pour ceux de force motrice à 240 volts.

La puissance totale nécessaire à l'alimentation des divers récepteurs est de 1173 chx répartis comme suit :

Eclairage :

1293 lampes à incandescence; 41 lampes à arc . . . . 170 chevaux
Force motrice. . . . . 1003 »

qui, en raison de la différence des heures de leur fonctionnement, sont facilement alimentés par les 3 groupes électrogènes actuellement en service, dont la puissance n'est que de 1050 chx.

La figure schématique (fig. 4) donne le détail de l'utilisation de cette puissance dans les diverses sous-stations.

Utilisation de l'énergie électrique. — Les moteurs employés sont tous asynchrones et sauf un qui marche à haute tension, ils sont montés sur 240 volts.

L'éclairage est généralement alimenté à 120 volts et obtenu par des lampes à incandescence en dérivation; dans quelques cas particuliers, on a monté des lampes par deux en tension sur les circuits des moteurs à 240 volts. Enfin, dans les galeries souterraines où l'isolation est difficile, on emploie des circuits spéciaux à 65 volts pour l'incandescence. Les lampes à arc sont montées sur transformateurs spéciaux qui abaissent la tension à 35 volts, de façon à les rendre indépendantes les unes des autres.

Le démarrage des moteurs se fait directement, en général, pour les puissances n'excédant pas 6 chx; pour les puissances supérieures, il est obtenu soit par interposition de rhéostats, soit par couplages différents des induits, soit par des dispositifs spéciaux aux moteurs employés.

Quinze moteurs d'une puissance totale de 501 chx ont été montés pour attaquer par courroies les transmissions existant auparavant dans les différentes usines.

On a substitué les moteurs électriques aux moteurs à vapeur qui commandaient 3 ventilateurs Guibal à marche lente anciennement installés et dans une nouvelle installation (siège Sainte-Marie), on a adopté un ventilateur à marche rapide attaqué par courroie par un moteur à haute tension de 88 chx.

Certains appareils ont été conçus spécialement en vue de leur attaque par moteur électriques, tels sont les treuils de mine, la défourneuse à coke, les pompes d'épuisement que nous croyons intéressant de décrire sommairement :

Le treuil de mine et son moteur de 10 chx sont montés sur le même bâti. La réduction de vitesse est obtenue par 2 trains d'engrenages. La marche peut être réalisée dans les deux sens en manœuvrant un commutateur inverseur qui sert aussi à arrêter le moteur. Par mesure de sécurité, un frein à pédale normalement serré agit sur le tambour du treuil.

La défourneuse à coke se compose d'un châssis roulant sur lequel est monté un treuil électrique spécial. L'ensemble peut se déplacer sur une voie ferrée parallèle au four. Le treuil qui supporte le bouclier servant au défournement se déplace lui-même dans une direction perpendiculaire à la première à l'aide d'une crémaillère.

En manœuvrant un double embrayage, on peut réaliser les deux déplacements avec l'électromoteur, dont la puissance est de 25 chx. Les mouvements avant et arrière et l'arrêt de la crémaillère ainsi que le déplacement du châssis à droite et à gauche et l'arrêt de ce châssis sont obtenus par la manœuvre du levier d'un commutateur spécial.

La prise de courant se fait par galets sur une ligne aérienne qui longe la façade des fours.

Les pompes d'épuisement sont des pompes horizontales à simple effet et à trois corps, dont les pistons plongeurs sont montés sur le même arbre coudé. Cet arbre porte un engrenage qui est attaqué directement par le pignon monté sur l'arbre du moteur électrique.

Les rendements des différents moteurs essayés au frein sont les suivants :

Moteurs de	1 à 10 chx.	0,82
—	10 à 30 chx.	0,87
—	30 à 60 chx.	0,90
—	60 à 125 chx.	0,94

Les rendements d'utilisation sont :

1° Moteurs utilisant directement et sans transformation le courant produit par la station centrale de 0,72 à 0,82;

2° Moteurs utilisant le courant deux fois transformé de la station centrale de 0,68 à 0,78;

3° Moteurs utilisant le courant une seule

TABLEAU DE DISTRIBUTION DE LA STATION CENTRALE

Lignes de distribution à haute tension.

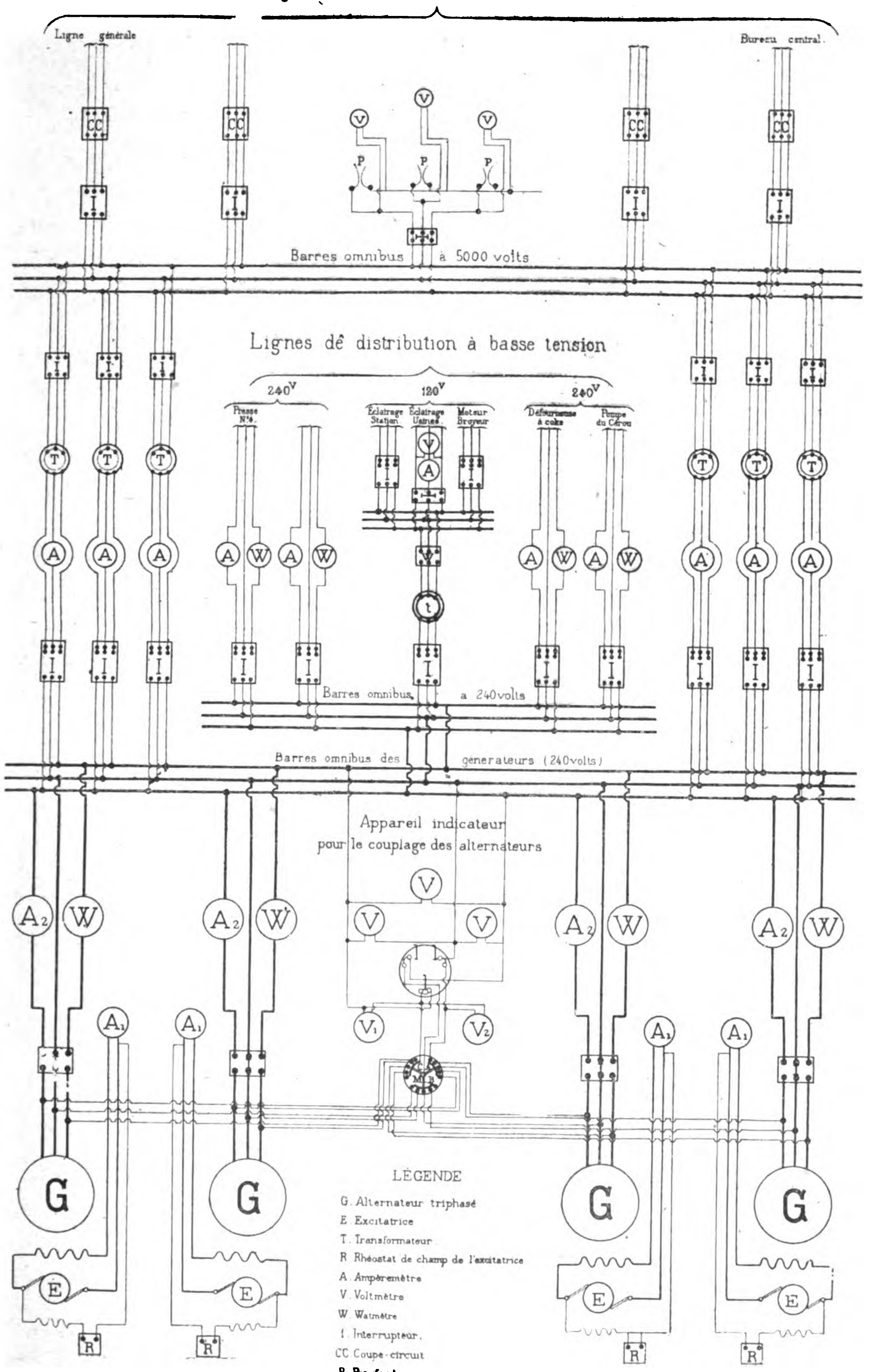


Fig. 3.

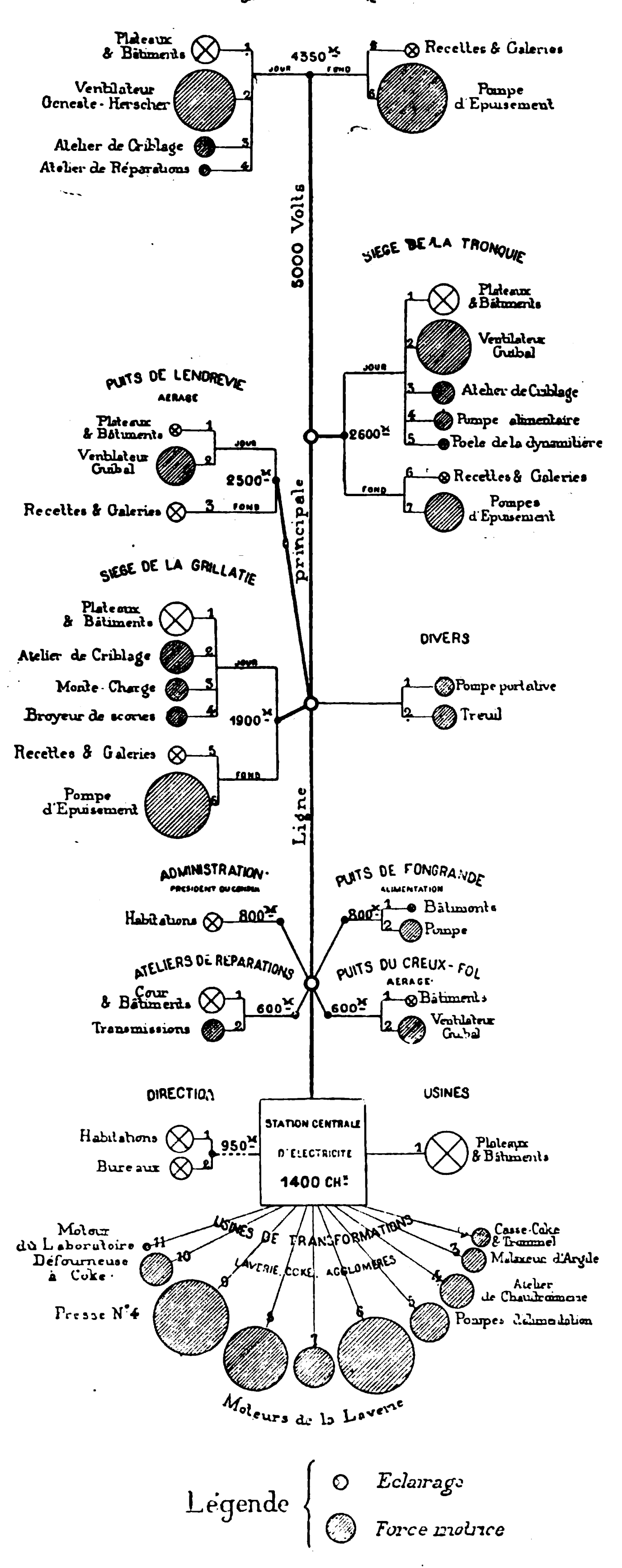

SIEGE SAINTE MARIE
Plateaux & Bâtiments
Ventilateur Geneste-Herscher
Atelier de Criblage
Atelier de Réparations
4350 M
JOUR
FOND
Recettes & Galeries
Pompe d'Epuisement
5000 Volts
SIEGE DE LA TRONQUIE
Plateaux & Bâtiments
Ventilateur Guibal
Atelier de Criblage
Pompe alimentaire
Poele de la dynamitière
Recettes & Galeries
Pompes d'Epuisement
2600 M
PUITS DE LENDREVIE
AERAGE
Plateaux & Bâtiments
Ventilateur Guibal
Recettes & Galeries
2500 M
Ligne principale
SIEGE DE LA GRILLATIE
Plateaux & Bâtiments
Atelier de Criblage
Monte-Charge
Broyeur de scories
Recettes & Galeries
Pompe d'Epuisement
1900 M
DIVERS
Pompe portative
Treuil
ADMINISTRATION
Habitations
800 M
PUITS DE FONGRANDE
ALIMENTATION
Bâtiments
Pompe
ATELIERS DE REPARATIONS
Cour & Bâtiments
Transmissions
600 M
PUITS DU CREUX-FOL
AERAGE
Bâtiments
Ventilateur Guibal
DIRECTION
Habitations
Bureaux
950 M
STATION CENTRALE D'ELECTRICITE 1400 CH.
USINES
Plateaux & Bâtiments
USINES DE TRANSFORMATIONS
LAVERIE. COKE. AGGLOMERES
Moteur du Laboratoire
Défourneuse à Coke
Presse N°4
Casse-Coke & Trommel
Malaxeur d'Argile
Atelier de Chaudronnerie
Pompes d'alimentation
Moteurs de la Laverie
Légende
Eclairage
Force motrice

Fig. 4.

fois transformé de la station centrale de 0,80 à 0,81.

Le rendement général de l'installation en pleine charge, déterminé par une série d'expériences, est compris entre 0,67 et 0,79.

En partant de ce rendement, le prix de revient moyen du cheval heure effectif sur l'arbre des moteurs récepteurs est de 0.007 fr, alors que le cheval-heure effectif fourni par les moteurs à vapeur supprimés était de 0,040 fr.

D'autres installations sont en voie d'étude, par exemple, l'emploi des perforatrices électriques à percussion de Siemens et Halske, la traction électrique des bennes, l'application de moteurs électriques aux chariots transbordeurs et enfin aux machines d'extraction.

A. Bainville.

LE TÉLAUTOGRAPHE RITCHIE

Cet appareil dont nous empruntons la description au journal « The Electrican » est très intéressant et très ingénieux. Comme il permet de transmettre en les reproduisant avec une assez grande exactitude des autographes et des dessins, il est appelé à rendre des services dans certains cas spéciaux. C'est ainsi que son emploi semble indiqué quand il s'agit de transmettre des communications importantes, d'annoncer ou de demander des envois d'argent. Il donne aux communications un caractère certain d'authenticité qui permet d'éviter toute fraude ou toute altération en même temps que toute erreur dans la transmission; en outre, le message original, qui reste entre les mains de l'expéditeur comme un récépissé, constitue un moyen rigoureux de contrôle et une garantie équivalente à la copie d'une lettre.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de la valeur industrielle ou commerciale de cet appareil et de l'importance que peuvent prendre ses applications, il est néanmoins assez ingénieux pour mériter une description.

En principe, l'appareil se compose d'un transmetteur à l'aide duquel des courants d'intensité variable peuvent être envoyés dans deux conducteurs aboutissant au récepteur. Les variations de courant sont obtenues par la manœuvre de deux rhéostats dont les manettes sont reliées mécaniquement par une articulation qui porte le crayon transmetteur. Ces courants sont reçus dans deux galvanomètres d'Arsonval dont les cadres mobiles sont reliés de même façon que les manettes des rhéostats; l'articulation qui les relie porte la plume réceptrice. Les mouvements de la plume sont ainsi rendus solidaires de ceux du crayon transmetteur.

La figure 1 est un schéma des appareils transmetteurs et récepteurs de deux postes correspondants sur lequel sont indiqués les différents appareils accessoires et les lignes qui les réunissent l'un à l'autre. Pour rendre la figure plus claire, les connexions locales ont été supprimées en partie et remplacées par des signes + et — suivant que les points doivent être reliés aux pôles positif ou négatif des batteries locales. On a également supprimé le récepteur, d'une part, et le transmetteur, d'autre part, de chacun des deux postes.

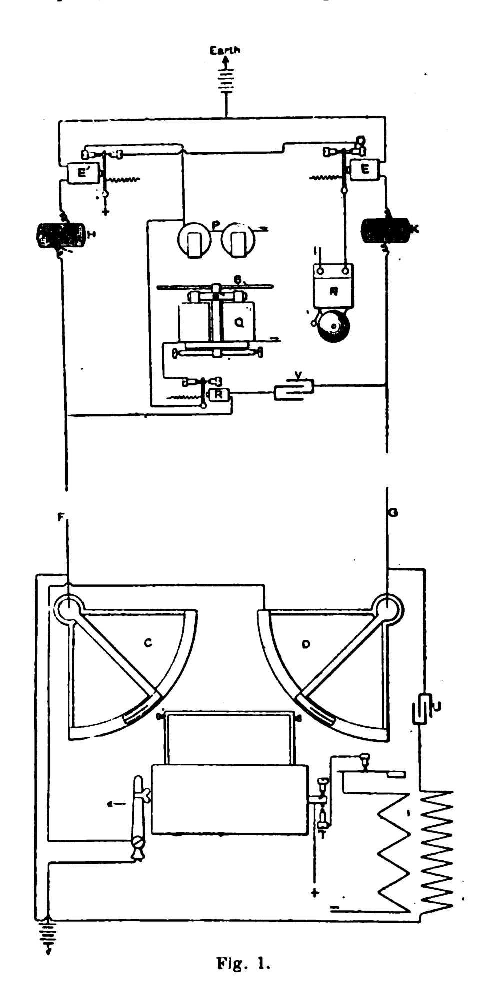


Fig. 1.

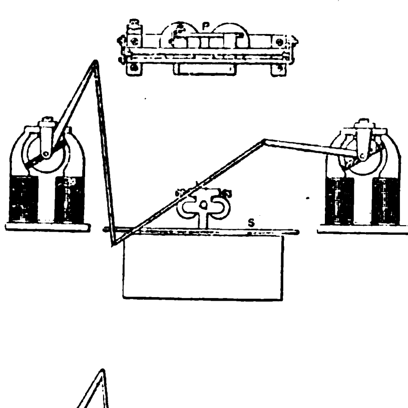
La partie inférieure du schéma représente le transmetteur du poste local et la partie supérieure le récepteur du poste correspondant.

C et D sont les deux rhéostats du poste transmetteur. Chacun d'eux a une résistance d'environ 7000 ohms et 496 touches. Au-dessous des rhéostats est représenté le plateau horizontal supportant la feuille de papier sur laquelle on écrit le message; ce plateau est mobile et muni d'un contact T à l'aide duquel on peut envoyer des courants dans le circuit primaire de la bobine d'induction I; J est un condensateur qui reçoit les courants induits dans le circuit secondaire; F et G sont les deux lignes qui se ferment toutes deux par la terre. Au

bas à gauche est figurée la batterie locale qui se compose de 12 éléments d'accumulateurs.

Une batterie identique est branchée à l'autre poste où H et K représentent les bobines mobiles des deux galvanomètres d'Arsonval. La résistance de chacune de ces bobines est d'environ 185 ohms. Elles sont montées sur un axe horizontal et le couple antagoniste est obtenu par un fort ressort. Le champ magnétique est constitué par un électro-aimant excité par le courant de la batterie locale. Les forces mécaniques en jeu sont ainsi assez considérables pour que le pivotage des bobines soit robuste; leurs mouvements sont absolument apériodiques.

E et E′ sont deux relais ayant environ 20 ohms



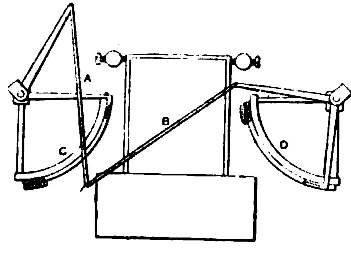


Fig 2.

de résistance; à l'aide du relais E′ le courant local peut être envoyé dans l'électro-aimant P, qui est destiné à faire mouvoir le papier du récepteur; le relai E sert à fermer le circuit d'une sonnerie d'appel N.

Les mouvements de la plume sont commandés par l'électro-aimant Q; cet électro-aimant peut être actionné soit par le relais E′ soit par le relais R; S est une barre horizontale solidaire de l'armature de l'électro Q dont les légers déplacements dans un plan horizontal sont utilisés pour écarter ou rapprocher la plume du récepteur de la feuille de papier; enfin V est un condensateur en relation avec celui du poste transmetteur.

La figure 2 représente des détails du transmetteur et du récepteur. On voit l'articulation A B qui réunit les manettes des deux rhéostats C et D; le cadre qui supporte le plateau porte-papier; les articulations identiques qui rendent solidaires les mouvements de la plume de ceux des bobines mobiles; et l'électro P avec son grip destiné à déplacer le papier.

Le mécanisme qui sert à faire mouvoir le papier du récepteur est figuré en plan et en élévation sur la figure 3; Z est le cadre support du papier qui peut se mouvoir entre les 2 butées L et M.

Le message est transmis et reçu sur une feuille de papier de 12 cm de largeur sur 5 cm de longueur environ qui ne sert que pour une communication.

Maintenant que nous connaissons les différents organes de l'appareil, nous allons voir comment ils concourent au résultat cherché.

Quand on veut transmettre un message, on commence par avertir le poste correspondant; à cet effet, on a disposé une clé à poussoir sur un côté du transmetteur. Quand on appuie sur cette clé, la ligne F est rompue et la ligne G est mise à la terre; par suite le relai E′ abandonne son armature; le relai E attire la sienne mettant ainsi la

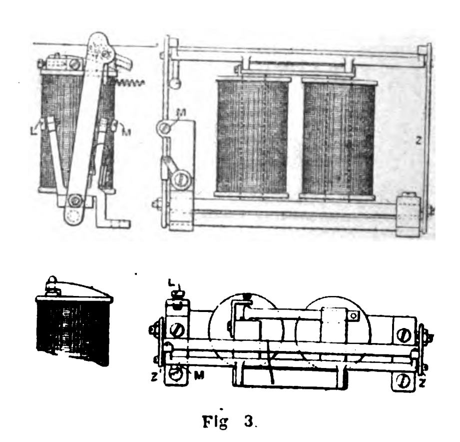


Fig 3.

sonnerie d'appel N sur le circuit de la batterie locale et par suite actionnant cette sonnerie. Une fois le poste correspondant prévenu, on prend le crayon du transmetteur avec la pointe duquel on repousse un levier placé vers la gauche de la feuille de papier. Ce levier actionne un grip qui saisit le papier et l'entraîne en avant d'environ 2 cm en même temps qu'il manœuvre un commutateur inverseur qui inverse le courant de la batterie locale; cette batterie au repos est en opposition avec celle de la station correspondante; et ce même levier met en circuit le transmetteur local et coupe le récepteur. Un mouvement supplémentaire de ce levier ouvre le circuit de la batterie locale.

Quand on se sert du crayon pour écrire le message à transmettre, la pression que l'on exerce sur le plateau qui supporte le papier a pour effet de fermer le courant de la batterie locale par le contact T sur le primaire de la bobine d'induction I dont le trembleur entre en vibration. Le courant induit dans le secondaire de cette bobine est transmis par la ligne G, à travers le condensateur V, à l'appareil récepteur où il actionne le relais R après avoir rencontré le condensateur V.

Ce relai rompt le circuit local de l'électro Q qui, comme on sait, commande par l'intermédiaire de la barre S la plume réceptrice et permet à cette plume qui est normalement écartée du papier de s'en approcher. Ce courant vibratoire retourne par la ligne F de façon à ne pas influencer le circuit téléphonique qui relie entre elles les stations transmettrice et réceptrice; il ne peut avoir d'action perturbatrice sur le circuit KEE H ni sur les relais E et E' dont la self-induction est considérable.

L'attraction du relais R par les courants ondulatoires émis par la bobine I du poste transmetteur au début de la transmission a eu pour effet de rompre le circuit F et par suite de faire lâcher l'armature du relais E'; le courant venant de la batterie locale qui normalement traverse l'électro P

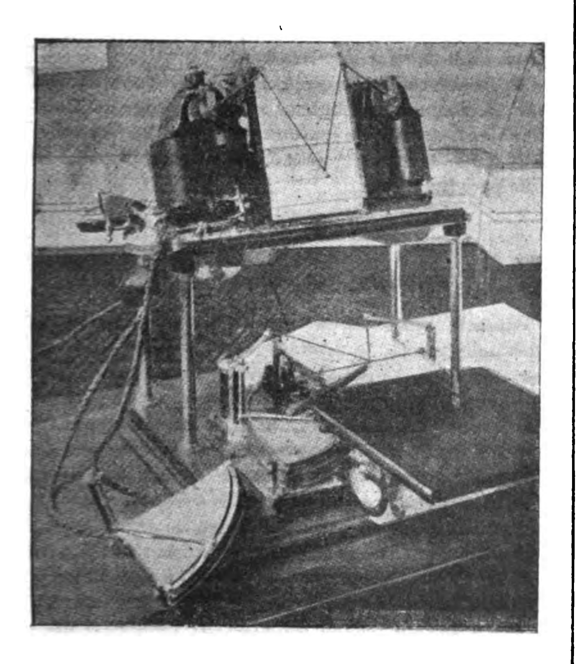


Fig. 4.

est donc rompu à son tour et le cadre Z (fig. 3) est rejeté en arrière contre le butoir M; dès que le courant sera rétabli, il reviendra en avant contre le butoir L. Ce mouvement de va-et-vient entraîne le papier du récepteur et le met en place pour la réception du message.

Quand on déplace le crayon sur le papier du transmetteur local pour tracer les caractères du message, des courants d'intensité variable émis par la batterie locale sont envoyés dans les lignes F et G. Après avoir traversé les bobines mobiles du galvanomètre d'Arsonval de la station réceptrice, ces courants rencontrent les relais E et E' qui sont réglés de telle sorte que les plus faibles courants qui peuvent traverser l'appareil quand toute la résistance des rhéostats est en circuit, sont suffisants à attirer leurs armatures.

Nous avons dit précédemment que les mouvements du crayon transmetteur étaient transmis à la plume; nous venons de voir que celle-ci ne peut toucher le papier sur lequel le message doit être transcrit que si le crayon est de son côté en contact avec le papier du transmetteur.

On remarquera que le courant local ne peut actionner les électro-aimants Q et P que lorsque le relais E' est traversé par le courant venant du poste transmetteur de telle sorte que, lorsque la transmission est interrompue, la batterie locale ne travaille pas sur ces circuits.

Quand le message est terminé, la batterie du poste transmetteur est mise de nouveau en opposition à l'aide d'une clé placée sur la gauche de l'instrument.

Pour que cette manœuvre ne puisse être oubliée par l'opérateur, le circuit d'une sonnerie locale est fermé par le mouvement qu'effectue le support du papier dès que le bras de l'opérateur n'y appuie plus et il est coupé par la manœuvre de la clé d'inversion de la batterie.

Par conséquent, si avant d'abandonner l'appareil, l'opérateur a négligé d'inverser la batterie, il en est ainsi averti par la sonnerie dont le circuit reste fermé tant que la clé d'inversion n'a pas été manœuvrée.

Nous avons dit plus haut qu'un téléphone était adjoint à l'appareil; ce circuit spécial est fermé tant que le téléphone est au repos; quand, au contraire, on le décroche, on rompt le circuit du télautographe.

La figure 4 est une vue perspective de l'appareil d'un poste comprenant un récepteur et un transmetteur.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Nouveau Dictionnaire général des Sciences et de leurs applications, par MM. Ed. Perrier, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'histoire naturelle; P. Poiré, professeur au lycée Condorcet; R. Perrier et A. Joannis, chargés de cours à la Faculté des sciences de Paris, deux volumes grand in-4°, 3,000 pages, 4,000 gravures, paraissant en 48 livraisons, une livraison par quinzaine; prix : 1 fr. Prix de souscription à l'ouvrage complet : 40 francs, payables en quatre termes. (Librairie Ch. Delagrave, Paris, 15, rue Soufflot.)

La 12e livraison de cet important ouvrage parait avec la nouvelle année; elle inaugure le vingtième siècle et, comme dans les précédentes, on y trouvera, exposées de manière à être comprises de tous, les théories et les découvertes les plus récentes de la science et de l'industrie.

En *chimie*, nous signalerons les articles très développés sur le chrome, la cire, l'acide citrique, le cobalt, les matières colorantes, les lois des combinaisons.

En *physique*, la chute des corps et les lois de la pesanteur, le cinématographe décrit dans tous ses détails, les colorimètres.

En *mécanique*, la cinématique, le coin.

En géométrie analytique, la cissoide de Dioclès et son équation.

En agriculture, le cidre et sa fabrication, avec nombreuses figures.

En botanique, le chrysanthème, ses variétés, sa culture; la ciguë, la clématite, le cocotier.

En zoologie, la cigale, la cigogne, la civette, les coléoptères, les colibris et une étude sur la classification

En anatomie, anatomie comparée et physiologie, circulation et appareil circulatoire, cœur.

En médecine, cirrhose, clavelée, cocaine, pathologie du cœur, colique.

En technologie, ciment, cintrage des tôles, cisailles, ciselure, clef, clous, coloration des bois.

CHRONIQUE

Société française de physique.

SÉANCE DU 4 JANVIER 1901. — M. le Secrétaire général signale parmi les pièces de la correspondance une intéressante série de notices scientifiques, publiées récemment par MM. Gaiffe et Cie.

Nouvelles recherches sur les transformations des rayons X par la matière, par M. G. Sagnac. — 1. *Application de la transformation des rayons X à la chimie*. — L'étude de l'action électrique des rayons secondaires émis par un corps permet d'y reconnaitre la présence d'une petite quantité d'un élément relativement très actif, par exemple le cuivre, le fer, dans l'aluminium. De là aussi une méthode pour chercher à découvrir des éléments nouveaux, analogue à la méthode de M. et Mme Curie, qui repose sur l'activité spontanée de certains éléments particuliers (découverte du polonium, du radium, de l'actinium); la méthode précédente serait bien moins sensible, mais, par contre, plus générale

2. *Absorption des rayons secondaires par l'air*. — L'énergique absorption que les rayons secondaires les plus actifs, issus d'un métal comme le platine, éprouvent dans les premiers millimètres d'air adjacents au métal rayonnant, a été vérifiée d'une manière directe en raréfiant l'air autour du métal.

3. *Nouveau mode de décharge des corps électrisés*. — Un faisceau de rayons X décharge un conducteur C même quand le faisceau ne traverse pas la région J de l'atmosphère soumise au champ électrique du conducteur; il suffit que le faisceau de rayons traverse une région E de l'atmosphère électrostatiquement séparée du champ du conducteur C par un écran de Faraday discontinu (une toile métallique, par exemple, mais dans laquelle règne un champ électrique F_e de même sens (1) que le champ F_i. Il en résulte, en particulier, que si des rayons traversent aussi la région J, la présence du champ extérieur F_e peut, suivant le sens de ce champ et celui du champ F_i, modifier considérablement la vitesse de décharge du corps C; cette vitesse varie alors, par exemple, dans le rapport de 1 à 10 ou 20, quand on renverse le signe de l'électrisation du conducteur C, alors qu'elle est indépendante de ce signe en l'absence du champ extérieur F_e.

M. Sagnac explique ces phénomènes en admettant que les *ions* produits par les rayons dans l'air de la région E acquièrent sous l'influence du champ électrique F_e une vitesse et une force vive suffisantes pour quitter les lignes de force du champ F_e, et pénétrer dans la région I en traversant les petits orifices de l'écran de Faraday. — Ces flux d'ions, positifs ou négatifs, produits dans l'atmosphère, sont les analogues des rayons cathodiques considérablement plus rapides et moins diffusables produits dans le vide de Crookes.

M. Benoist signale que certains résultats obtenus par M. Sagnac sur l'absorption des rayons X et S semblent devoir se rattacher à une loi d'absorption très générale, qu'il compte faire connaitre très prochainement.

(1) Expériences décrites dans un pli cacheté déposé à l'Académie des sciences, le 18 juillet 1893, ouvert dans la séance du 5 février 1900. — M. P. Villard a trouvé que les flammes, les corps incandescents, le phosphore, produisent les mêmes effets qu'un faisceau de rayons X (*Société française de Physique*, séance du 16 mars 1900).

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 7 JANVIER 1901 — M. Mascart présente une note de M. Moureaux *sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1901 dans laquelle l'auteur dit que les observations magnétiques ont été continuées régulièrement et sans lacunes, pendant l'année 1900, dans les observatoires du Parc Saint-Maur, de Perpignan et de Nice. Il fait remarquer que le développement récent des lignes de tramways électriques dans la banlieue de Paris a rendu très difficile le dépouillement des courbes magnétiques à l'observatoire du Parc Saint-Maur, le champ terrestre étant troublé par les courants dérivés dus au retour du courant principal par la terre. Préoccupé de cette situation, M. Mascart a obtenu la concession de la propriété domaniale du Val-Joyeux, à Villepreux (Seine-et-Oise) et un observatoire vient d'être construit en vue d'y continuer les études du magnétisme terrestre. M. Moureaux donne dans sa note les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1901, pour les quatre Observatoires du Parc Saint-Maur, du Val-Joyeux, de Perpignan et de Nice, ainsi que la variation séculaire des éléments magnétiques en 1900.

(1) *Comptes rendus*, t CXXXII, nº 1, p. 30.

L'Éditeur-Gérant : L. DE SOYE

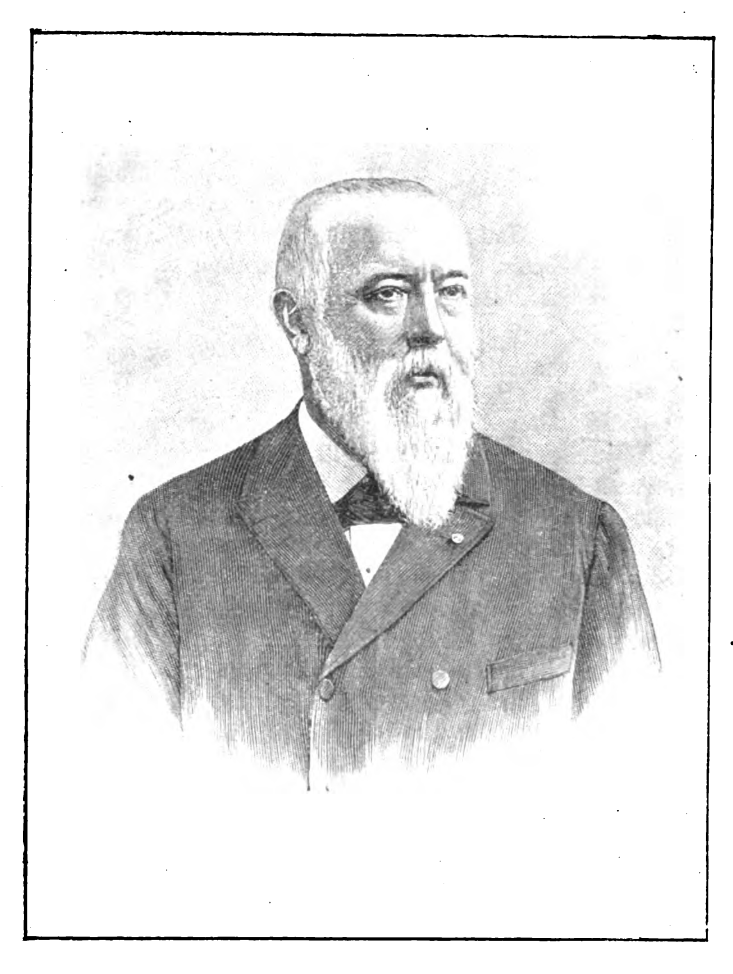
PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES



ZÉNOBE-THÉOPHILE GRAMME

L'illustre inventeur vient de mourir, le 20 janvier 1901, dans sa propriété de Bois-Colombes, près Paris, à l'âge de soixante-quinze ans.

C'est le moment de rappeler à grands traits l'existence de cet homme de génie si modeste, dont la vie, toute de labeur, peut servir d'exemple et qui doit sa célébrité à son indomptable énergie, à son application au travail et à sa belle intelligence.



ZÉNOBE-THÉOPHILE GRAMME

Né le 4 avril 1826, à Jehay-Bodegnee (Belgique), Gramme était issu de parents pauvres et chargés de famille et il dut, pour subvenir à ses besoins, quitter l'école de bonne heure, sachant à peine lire et écrire. Il commença par être apprenti menuisier et montra de bonne heure, dans l'exercice de son métier, une remarquable habileté de main. On conserve dans sa famille des statuettes et autres menus objets qu'il sculpta vers sa douzième année.

En 1851, il était ouvrier menuisier à Liège; il profita de son séjour dans cette ville pour suivre les cours de géométrie pratique du soir dans une école d'adultes. C'est là qu'il apprit assez de dessin pour comprendre les tracés graphiques et pour, plus tard, arriver à établir le plan de ses machines, à les voir d'après les épures et à en discuter leurs caractères avant la construction.

Nous le trouvons en 1856 à Paris, où il exerçait la profession d'ouvrier rampiste. Déjà, à ce moment, son esprit chercheur l'avait amené à deviner, par la seule observation, le principe des

appareils à force centrifuge et il dessina alors plusieurs projets intéressants de pompes et combina une machine destinée à échauffer l'eau par le frottement.

Ce fut le 2 janvier 1860 que son compatriote, Joseph Van Malderen, qui dirigeait les ateliers de la Société l'Alliance et qui avait connu Gramme à Bruxelles, le fit entrer comme modeleur dans les ateliers de cette Société. Doué d'une rare puissance de réflexion, Gramme contemplait, émerveillé, les effets produits par la machine Nollet à aimants permanents et cherchait à comprendre le fonctionnement de cette curieuse machine à laquelle il collaborait en modelant les pièces. Sachant à peine lire et écrire, il ne possédait pas l'instruction nécessaire pour comprendre le langage et les explications qu'il entendait autour de lui. Ne se décourageant pas en présence des obstacles, il acheta un *Traité élémentaire de physique*, qu'il lut très péniblement, en s'aidant d'un dictionnaire français, qu'il feuilletait à tout instant, afin de pouvoir saisir la valeur des mots et comprendre le texte qu'il lisait. Ce travail extraordinairement ardu eut pour premier résultat de lui permettre de se faire une idée personnelle de l'énergie électrique, dont il constatait chaque jour les effets extraordinaires; il vit alors avec surprise que les hypothèses sur lesquelles il avait basé son raisonnement étaient en grande partie les mêmes que celles qu'avaient émises Franklin et Ampère. Ce fut pour lui un grand encouragement de constater que les créateurs de la science électrique n'étaient pas beaucoup plus avancés que lui sur la nature et les causes de production de l'énergie électrique et qu'ils étaient réduits, pour expliquer ces phénomènes, à des hypothèses analogues à celles que son esprit imaginatif lui avait suggérées.

Profitant d'un chômage, il construisit en bois un régulateur électrique. Rentré de nouveau à la Société « l'Alliance », il apporta de notables perfectionnements aux machines électriques que construisait cette Société.

En 1862, il entrait dans les ateliers de Ruhmkorff pour y confectionner le montage en bois des machines électrostatiques.

Enfin, en 1867, il abandonna son métier de menuisier pour se consacrer uniquement à des recherches et, la même année, prit son premier brevet pour une série de machines à courant alternatif. Sans ressources pécuniaires, vaillamment soutenu par sa femme et sa belle-fille, il ne se laisse pas rebuter par les difficultés matérielles ni par l'incrédulité des hommes compétents et travaille sans relâche, n'ayant pour tout laboratoire qu'une modeste cuisine, une plaque de gutta-percha, deux aimants et quelques kilogrammes de cuivre; comme bibliothèque, un *Traité de physique élémentaire* et un Dictionnaire français.

Tous ces efforts ne restèrent pas stériles et, en 1869, il avait déjà surmonté toutes les difficultés. Il donna alors la description et les dessins de quatre machines différentes, découvrit de nouveau le principe des électro-aimants circulaires tournants et l'appliqua sans avoir eu connaissance des travaux antérieurs de Pacinotti, qui n'avaient pas encore été publiés.

Dans l'une des machines décrites par Gramme, en 1869, les spires de l'induit étaient, à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur, soumises à l'action du champ magnétique; une deuxième machine comportait six pôles inducteurs et deux anneaux et la troisième n'était autre que la dynamo, type de laboratoire, construite et livrée pendant quinze ans par les ateliers Breguet.

On peut donc dire qu'à ce moment l'illustre inventeur avait imaginé et construit de ses mains la première dynamo industrielle, machine qui, sous un volume relativement restreint, fournissait des courants d'une grande puissance et d'une constance parfaite.

En étudiant, comme l'a dit Antoine Breguet, la théorie exacte de la disposition si complexe de la machine Gramme, il faut admettre chez son inventeur une sorte de divination, et l'admiration augmente lorsque l'on songe que cette machine est sortie absolument parfaite des mains de son inventeur et cela dès l'origine.

En 1871, Jamin présentait à l'Académie des sciences la machine Gramme à quatre pôles et les nombreux savants qui visitèrent alors les ateliers Mignon et Rouart où se construisait cette machine, constatèrent avec admiration qu'une dynamo à courant continu, n'absorbant pas plus de 4 chx, transformait en guirlande de feu un fil de cuivre rouge de 10 m de longueur.

A ce moment, Gramme avait déjà étudié point par point et dans tous leurs détails les différents organes de sa dynamo et avait trouvé des formules empiriques permettant de réduire au minimum le poids des matériaux, d'équilibrer la répartition du fer et du cuivre, de calculer le diamètre et le nombre de tours des enroulements ainsi que la vitesse angulaire à donner à la partie mobile, de manière à résoudre chaque problème particulier, en obtenant toujours le maximum de

rendement et en maintenant aux organes mécaniques des formes compatibles avec la résistance de la matière.

C'est à cette époque (1871) que MM. Christofle lui posèrent le problème suivant : Construire une dynamo susceptible de déposer 600 grammes d'argent à l'heure sur une surface donnée, dans quatre bains galvanoplastiques montés en dérivation; la dynamo devant marcher à la vitesse angulaire de 300 tours par minute. Trois mois plus tard, Gramme avait réalisé la machine demandée et, dès les premières expériences, on constatait que toutes les conditions exigées étaient parfaitement remplies. Ce fut un véritable triomphe et le point de départ d'une transformation complète de l'industrie galvanoplastique.

Deux ans après (1873), Gramme construisait, pour l'usine de M. Wohlwill, à Hambourg, une dynamo de 3000 ampères sous 8 volts, permettant d'obtenir un dépôt de 800 kg de cuivre affiné en 24 heures.

Comme l'a dit si justement M. Hippolyte Fontaine, dans son Introduction au *Dictionnaire d'électricité et de magnétisme* de M. G. Dumont, « la découverte de Volta était restée dans les laboratoires et les applications industrielles en étaient très limitées, malgré tant d'efforts et toutes les espérances qu'avait fait naître la découverte de Faraday. Depuis les travaux de M. Gramme, l'électricité a sa place dans l'industrie à côté de la vapeur et son rôle grandit tous les jours. »

Gramme travaillait toujours seul; il combinait sans aucun collaborateur les plans et les dessins de ses machines et les réalisait lui-même, n'ayant pour aides que des hommes étrangers à la mécanique et à l'électricité, notamment un relieur et un tailleur de pierres.

Le célèbre inventeur n'aimait pas se produire et il fuyait avec persistance toutes les occasions où sa modestie aurait pu être troublée par des éloges. Jusqu'à son dernier jour, il a vécu dans sa retraite, continuant avec obstination son existence de chercheur et d'ouvrier solitaire.

Les honneurs et les récompenses qui suivirent de près le succès commercial de ses inventions ne modifièrent pas sa manière de vivre. Autant il fut courageux dans l'élaboration de ses inventions, autant il est resté modeste dans la prospérité.

Gramme a reçu successivement le Grand-Prix de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, un grand-prix à l'exposition universelle de 1878, un diplôme d'honneur à l'exposition d'électricité de 1881, la croix de chevalier de la Légion d'honneur et de chevalier de l'ordre de Léopold, une récompense nationale de 20 000 francs du gouvernement français, le prix Volta de 50 000 francs qui lui fut décerné en 1888, la rosette d'officier de la Légion d'honneur en 1889, la croix de chevalier de la Couronne de fer d'Autriche. Enfin, en 1897, à l'occasion de l'exposition universelle de Bruxelles, et sur un vœu émis à l'unanimité par les membres du jury des classes d'électricité, Gramme fut élevé au grade de commandeur de l'ordre de Léopold.

Lors de sa nomination au grade de commandeur, une manifestation internationale de reconnaissance et d'admiration fut organisée en son honneur à Bruxelles, le 27 mars 1898.

Dans sa vieillesse, Gramme a eu la grande satisfaction d'assister au développement prodigieux de son œuvre et de voir les bienfaits qu'elle répand sur l'humanité.

Gramme a été un véritable génie et il compte parmi les plus glorieux des inventeurs qui illustrent la science et l'industrie électriques. Son nom universellement connu appartient aujourd'hui à l'histoire qui le compte au nombre des bienfaiteurs de l'humanité.

LES GROUPES ÉLECTROGÈNES
DE
LA SOCIÉTÉ « ÉLECTRICITÉ ET HYDRAULIQUE »
A L'EXPOSITION DE 1900

La Société « Electricité et Hydraulique » de Charleroi (Belgique) possède en France des ateliers de construction à Jeumont (Nord) et, à ce titre, avait exposé à la fois dans la section belge et dans la section française.

Deux groupes électrogènes à courants triphasés étaient en fonctionnement dans la salle de machines du palais de l'Électricité et fournissaient une partie de l'énergie électrique nécessaire aux divers services de l'Exposition.

Le premier de ces groupes, portant le n° 12 (fig. 1 et 2), comprenait un alternateur triphasé de 800 kilovolts-ampères commandé par un

moteur à vapeur de la Société des établissements Weyher et Richemond de Pantin. Le second, portant le n° 30, était constitué par un alternateur triphasé, de même puissance et de même type que le premier, commandé par un moteur à vapeur de la Société anonyme des ateliers de construction H. Bollinckx de Bruxelles.

L'alternateur du groupe n° 12 (fig. 3), construit dans les ateliers de Jeumont, est du type volant et d'une puissance de 800 kilovolts-ampères à la vitesse angulaire de 94 tours par minute; il fournit des courants triphasés à la tension étoilée de 2 200 volts. La fréquence est de 50 périodes par seconde, le nombre de pôles étant de 64.

Le volant inducteur (fig. 4 et 5) est constitué par une couronne en fonte, reliée par huit bras au moyeu fixé sur l'arbre du moteur à vapeur. Sur la jante de cette couronne sont placés radialement les 64 noyaux polaires en acier coulé; ces noyaux sont maintenus par de fortes vis.

Les bobines excitatrices, couplées en série, sont formées de 50 spires de ruban de cuivre de 104 mm de largeur (correspondant à la

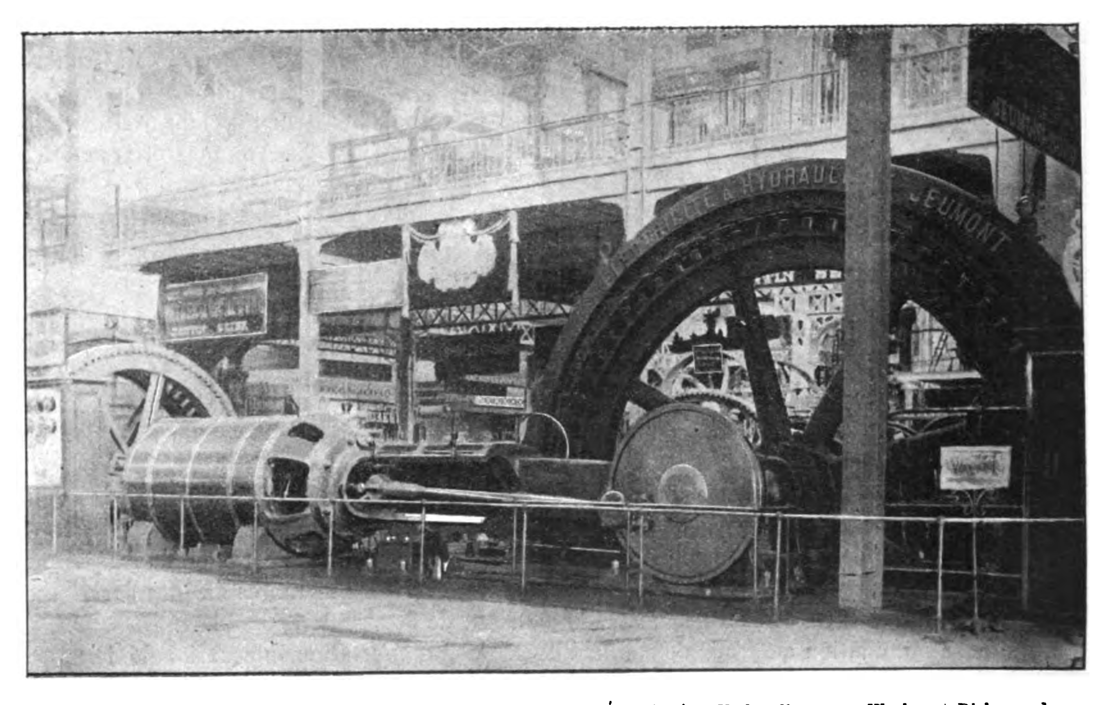


Fig. 1. — Groupe électrogène à courants triphasés de la Société « Électricité et Hydpaulique », et Weyher et Richemond.

hauteur des noyaux polaires) et de 0,8 mm d'épaisseur. Ces spires sont isolées par interposition de toile huilée. Le poids de cuivre de l'inducteur est de 2 100 kg.

Le diamètre à l'extrémité des pièces polaires est de 5,678 m ; la vitesse tangentielle est donc de 20 m par seconde.

L'excitatrice est une dynamo à 12 pôles, d'une puissance de 16 kw, excitée en dérivation et pouvant débiter 140 ampères sous 110 volts. L'induit, du type en tambour avec enroulement multipolaire, est calé sur l'arbre du moteur entre l'alternateur et un des cylindres de la machine.

L'induit fixe de l'alternateur est formé d'une carcasse annulaire en fonte en deux pièces et d'une couronne feuilletée, en tôles de 0,5 mm d'épaisseur isolées au papier, constituant le noyau et ayant 6 m de diamètre intérieur. L'entrefer est de 11 mm.

Le noyau est fixé à la carcasse au moyen de boulons. Une des faces de ce noyau s'applique contre une joue venue de fonte avec la carcasse ; sur la face opposée est appliquée une couronne en fonte.

L'ensemble de l'induit repose sur les fondations, au niveau du sol, par les semelles dont est pourvue la carcasse aux deux extrémités de son diamètre horizontal et par sa partie inférieure sur un dé fixé au fond de la fosse. Ces points d'appui sont pourvus de coins permettant un centrage facile de l'induit.

Le noyau porte 384 rainures fermées et pratiquées sur son pourtour intérieur. Chacun

des trois circuits, montés en étoile, comprend 64 bobines de 3 spires chacune. Des tubes de micanite isolent le bobinage du fer du noyau.

Le poids total de l'induit fixe est de 20 tonnes.

Le moteur à vapeur horizontal compound marche à condensation et peut développer 1 200 chx. Sa vitesse est constante, quelle que soit la charge, grâce au système spécial de régulateur dont il est muni.

Les distributeurs sont du système Lefer. Les distributeurs plans sont directement logés contre les fonds du cylindre de manière à réduire au minimum les espaces nuisibles. Un déclenchement automatique agissant sur

Fig. 2. — Groupe électrogène triphasé de la Société « Électricité et Hydraulique » et Weyher et Richemond.

l'arrivée de vapeur provoque l'arrêt en cas d'emballement du moteur.

Le grand cylindre a 1 m de diamètre et le petit cylindre 0,65 m; la course des pistons est de 1,30 m.

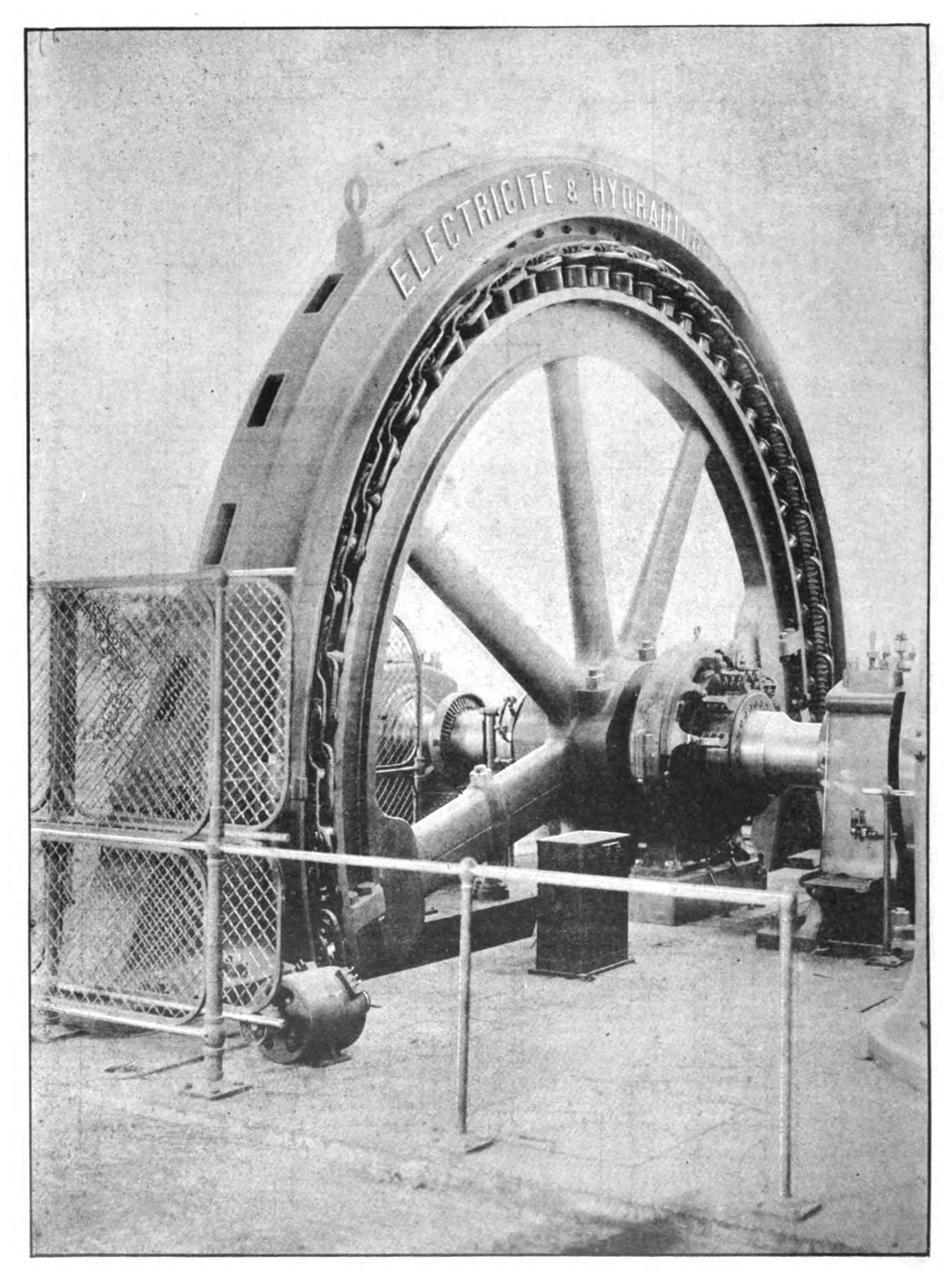


Fig. 3. — Alternateur triphasé de la Société « Électricité et Hydraulique ».

L'alternateur triphasé du groupe électrogène n° 30, construit dans les ateliers de Charleroi, est identique à celui du groupe n° 12. Il n'en diffère que par l'entrefer qui est réduit à 9 mm, le diamètre d'alésage de l'induit étant le même, c'est-à-dire de 6 m, et celui de l'inducteur

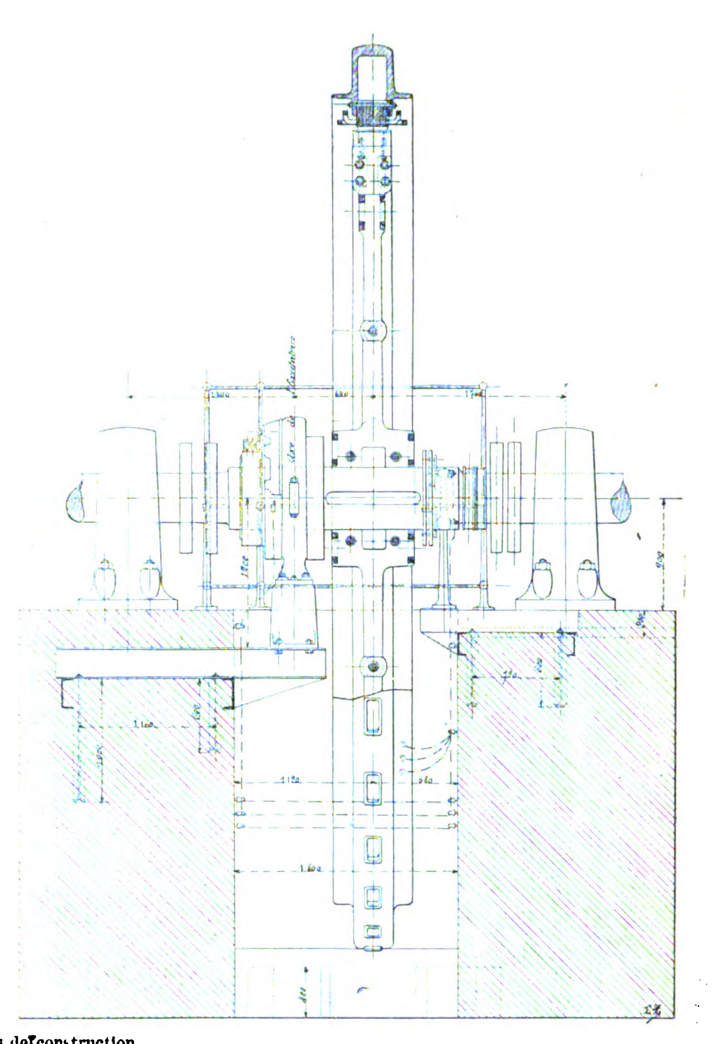


Fig. 4. — Alternateur triphasé de la Société « Électricité et Hydraulique ». — Détails de construction.

volant, à l'extrémité des pièces polaires, étant de 5,982 m au lieu de 5,978 m.

En outre, la vitesse angulaire étant de 80 tours par minute au lieu de 94, la fréquence n'est plus que de 42,5 périodes par seconde.

Le moteur à vapeur horizontal compound qui actionne cet alternateur a été construit dans les ateliers Bollinckx de Bruxelles et peut développer 1 100 chx.

Le cylindre de haute pression a 760 mm de diamètre et celui de basse pression 1,150 m. La course des pistons est de 1,50 m et leur vitesse moyenne est de 4 m par seconde.

Le cylindre à chemise de vapeur de ces machines est en deux parties fort simples, comprenant : l'une, l'enveloppe extérieure et les boisseaux de l'un des fonds du cylindre; l'autre, le corps du cylindre intérieur et les boisseaux de l'autre fond de cylindre. Ces deux pièces sont coulées debout, les quatre boisseaux en bas, ce qui assure l'homogénéité de densité de la fonte dans la partie où se trouvent les logements des valves. On sait, en effet, que dans une pièce coulée, la densité du métal va en diminuant de la base au sommet. Les quatre boisseaux se trouvent, par ce procédé, dans la même région dense des moulages, ce qui leur donne une égale résistance à l'usure.

Particularité à noter, la surface externe du cylindre proprement dit, formant paroi de la chambre de vapeur, présente des stries circulaires qui jouent le rôle inverse des ailettes de refroidissement des moteurs à explosion.

L'introduction de la vapeur dans la chemise

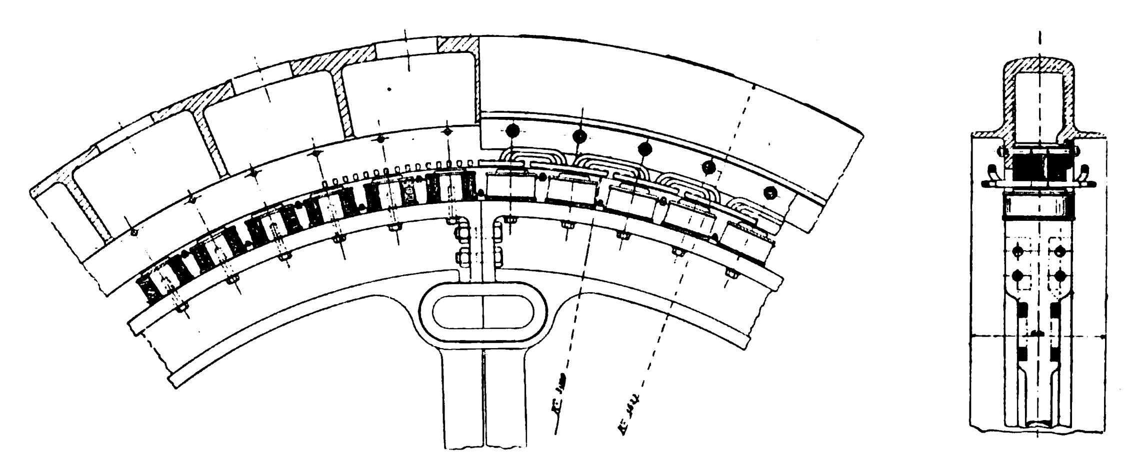


Fig. 5. — Alternateur triphasé de la Société « Électricité et Hydraulique ». — Détails de construction.

s'opère par le haut, ce qui présente, au dire du constructeur, un avantage économique constaté d'abord expérimentalement et expliqué depuis de la façon suivante. L'air qui se trouve en quantité notable dans l'eau des chaudières et s'en dégage avec la vapeur, tend à former dans le haut des enveloppes un matelas nuisible au chauffage. En faisant l'introduction par le haut, l'air qui pénètre dans la chemise, ayant une densité moindre que la vapeur à plusieurs atmosphères, ne tend pas à descendre et gagne directement les valves et le cylindre.

La chemise de vapeur comporte un purgeur automatique avec niveau d'eau visible. Les couvercles creux des fonds de cylindre sont boulonnés aux extrémités de chacune des deux pièces principales qui, n'étant réunies ensemble que par une seule section circulaire, peuvent ainsi se dilater librement.

Les deux faces du piston sont planes, de manière à réduire au minimum l'espace nuisible. Dans la machine exposée, il atteint à peine 2 0/0 du volume du cylindre. A cet effet, la tige du piston ne présente aucune saillie sur la face de celui-ci. Elle est cylindrique et posée à la presse, ce qui permet de connaître exactement à quel effort peut résister le piston. Ce dernier est muni de garnitures du système suédois ou Ramsbottom, dont les cercles sont tournés après compression dans leurs logements.

La distribution s'effectue par des obturateurs Bollinckx, genre Corliss, au nombre de quatre sur chaque cylindre. L'admission dans le cylindre de haute pression est commandée par le régulateur; les obturateurs d'admission du cylindre de basse pression se commandent à la main. Les valves d'admission sont étudiées de façon à éviter les fuites qui pourraient survenir par l'usure des tourillons de leur tige. Elles sont, dans ce but, formées d'une portion de cercle avec arête radiale très courte constituant un tenon que saisit dans une mortaise *ad hoc*

un long doigt porté par la tige. La faible hauteur de l'arête radiale, — 10 à 15 mm au-dessus de la surface frottante, — empêche la tendance au léger mouvement de bascule de la valve autour d'une de ses arêtes, mouvement qui pourrait résulter du déplacement de la tige par usure de ses tourillons.

Les coussinets de l'arbre moteur sont en métal blanc et peuvent s'enlever sans retirer l'arbre, les divers morceaux qui les constituent pouvant tourner autour de l'arbre.

Etant donnée la grande vitesse des pistons, le moteur nécessite un graissage très efficace. Une petite pompe centrifuge refoule en abondance l'huile dans les différents organes d'où elle s'écoule ensuite dans un filtre. Après filtrage, elle est pompée de nouveau.

Le graissage des cylindres est assuré par des graisseurs Mollerup, commandés par le mouvement de la machine.

Le condenseur est installé dans la fosse et la pompe à air est actionnée par une manivelle attelée à la crosse du piston du moteur.

La consommation de vapeur à la pression de 7,5 kg : cm², garantie par le constructeur, ne dépasse pas 5,700 kg par cheval-heure indiqué, soit environ une dépense de 565 grammes de charbon par cheval-heure.

Non seulement la marche de ces moteurs est économique, mais des essais effectués sur plusieurs d'entre eux à dix ans d'intervalle ont prouvé que la consommation variait très peu avec le temps, ce qui dénote une usure très faible.

J.-A. MONTPELLIER.

LES PROGRÈS DE L'ÉLECTROCHIMIE EN 1900

Nous empruntons à la *Zeitschrift für Elektrotechnik* de Vienne les détails suivants sur les progrès qu'a réalisés l'industrie électrochimique en 1900 :

En 1900, les méthodes électrochimiques destinées à retirer directement le cuivre du minerai n'ont pas encore fourni des résultats satisfaisants. Par contre, l'affinage du cuivre par l'électrolyse accuse de grands succès. L'usine hongroise de Beszterczebanya produit actuellement du cuivre électrolytique à raison de 106 700 kg par an.

En ce qui concerne le procédé de grillage Hœpfner pour l'obtention du zinc, les ateliers de Duisburg et Fürfuth, en Allemagne, ont de nouveau abandonné son emploi; par contre, la maison anglaise Brunner, Mond et Cie l'a adopté. La Société Siemens et Halske a extrait le zinc d'un mélange de minerai et de charbon chauffé électriquement. Une usine s'est fondée à Banya (Hongrie), à titre d'essai, pour la production électrolytique de l'antimoine. On obtient maintenant de l'étain en traitant par l'électrolyse des déchets de fer-blanc et des scories. La production de l'aluminium se perfectionne; la Compagnie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue produit aujourd'hui ce métal avec une pureté de 99,75 0/0. La même Compagnie a, en outre, trouvé un procédé pour la fonte de l'aluminium pur.

M. Heraeus a découvert une méthode qui permet de souder ensemble des feuilles d'aluminium, sans faire intervenir un corps étranger.

Le procédé breveté de Stassano donne maintenant, assure-t-on, le moyen d'obtenir le fer en grandes quantités; à cette fin, trois fourneaux nécessitant chacun 300 chx électriques, ont été installés dans les Alpes (Val Canonica) : ils doivent mettre chaque année sur le marché une quantité de 4000 tonnes d'acier.

Des différentes méthodes proposées pour l'extraction électrolytique de l'or, le seul procédé Siemens a été accueilli par les praticiens. Ce procédé, comme on le sait, précipite électrolytiquement l'or contenu dans des solutions de cyanure.

Le chrome, le molybdène et le tungstène sont fournis, d'après le procédé Moissan, par la compagnie « la Néo-métallurgie » de Paris; toutefois, le système Goldschmidt paraît devoir arriver aussi à de bons résultats.

La fabrique de produits chimiques Griesheim-Electros retire en grandes quantités le magnésium, au moyen de l'électrolyse, de la cornalite portée à son point de fusion. M. Hans A. Frasch propose une méthode qui permettra d'extraire le nickel, le cuivre et d'autres métaux de leurs minerais et d'obtenir en même temps de la soude caustique et du chlore. Cette méthode se prête également à l'extraction de l'argent et du mercure.

M. Urbain Le Verrier a pris un brevet pour l'affinage de la fonte brute de nickel. Le procédé électrique qu'il emploie comporte l'utilisation de bains neutres oxydants.

Le domaine de la galvanoplastie offre, lui aussi, des innovations. Cowper-Coles précipite par l'électrolyse le palladium destiné à servir de miroir dans les projecteurs électriques. M. B. Hoffmann emploie la glycérine comme dissolvant pour l'électrolyte. Indépendamment de revêtements métalliques, il en obtient d'autres en alumine.

Plusieurs fabriques de Stassfurth extraient électrolytiquement le brome des lessives provenant de la préparation du chlorure de potassium.

MM. C. Poulenc et M. Meslans ont construit,

pour l'extraction du fluor, un appareil qui repose sur le principe de Moissan et qui pourrait bien donner naissance à une industrie nouvelle (1).

Parmi les fours électriques servant à la production du carbure de calcium, il convient de citer les fours de MM. Bullier, Gin et Leleux et Poulenc frères qui fonctionnaient à l'Exposition de Paris. La construction du four de M. Poulenc offre un caractère particulièrement pratique, car elle permet la fusion à une pression quelconque.

Nernst a construit un four électrique avec lequel il a obtenu des températures s'élevant jusqu'à 1450 degrés; il est ainsi parvenu à faire échauffer par le courant un mince fil de platine-iridium roulé sur un tube en matière réfractaire. La consommation de courant est de 2,4 ampères sous 110 volts. La fabrique Mohr et Loehrs de Thuringe construit des fourneaux de ce genre.

L'industrie du carbure de calcium a pris un important développement en Autriche, où elle utilise la puissance de nombreuses chutes d'eau. Les établissements de Meran, Paternion et Lend-Gastein méritent une mention toute particulière. D'autre part, la même industrie occupe une situation considérable aux Etats-Unis, et surtout dans le voisinage du Niagara où nous rencontrons le four de Horrey, d'une puissance de 10 000 chx produisant 1000 tonnes par an, et le fourneau Wilson (Sainte-Catherine) qui donne un rendement annuel de 1200 tonnes. Le prix de revient est de 187,50 fr. environ par tonne. En Suisse, toutes les fabriques qui, autrefois, fabriquaient seulement de l'aluminium, se sont organisées pour produire du carbure de calcium : il convient de citer, notamment les fabriques de Neuhausen, celle de « Volta » à Genève, ainsi que les établissements de Langenthal, de Honze, de Thusis et de Vernoya. En Suède, nous rencontrons actuellement quatre fabriques de carbure de calcium; en Allemagne, l'établissement le plus important de l'espèce est la fabrique chimique Griesheim-Electron.

Le carborundum est fourni par la Compagnie Carborundum des chutes du Niagara, ainsi que par la Compagnie Internationale de carborundum de La Bathie (Savoie).

M. Moissan a isolé, dans le four électrique, les carbures des éléments rares néodyme, praséodyme et samarium.

Le phosphore ne s'obtient presque plus que dans le four électrique, suivant le procédé de Liebig (traitement d'un mélange de charbon, de sable et de phosphate).

La Société anonyme « La Carbone » nous offre un graphite artificiel que lui donne le traitement du coke ou du charbon de bois dans le four électrique. Suivant Borchers, le moyen le plus commode de transformer le carbone amorphe en graphite consiste dans l'addition d'une petite quantité, 5 0/0 d'oxyde d'aluminium. MM. Charles Schenk Bradley et Charles Borrows Jacobs obtiennent de l'oxyde de baryum et du sulfure de baryum en chauffant de la baryte, avec la quantité convenable de charbon, dans le four électrique.

Pour ce qui est de l'électrolyse des chlorures alcalins, nous ne trouvons rien de bien nouveau à signaler. A Bitterfeld et à Rheinfelden, on fabrique de la potasse caustique et du chlorure de chaux, d'après le procédé Griesheim; en outre, la fabrique badoise d'aniline et de soude emploie le même procédé. En Angleterre, on applique le système Rhodin. Une grande fabrique d'alcali, d'une puissance de 25 000 chevaux, a été récemment installée à Moutiers; elle doit employer le système Outhenin-Chalandre fils et Ce. Parmi les fabriques de chlorate les plus importantes, il faut citer celles de la maison Corbin et Ce, qui produisent actuellement par an 3000 tonnes de chlorate de potassium, 1000 tonnes de chlorate et de perchlorate de sodium.

La France compte présentement six fabriques électrolytiques qui donnent de la soude et du chlore, ainsi que trois usines de chlorate.

Comme anodes pour l'industrie de l'alcali et du chlore, le platine et le platine-iridium trouvent toujours leur emploi, malgré leur prix élevé. On se sert aujourd'hui, à la suite des découvertes de MM. Kellner et de Heraeus, de tissus à larges mailles ou de filets tressés en fil mince de platine-iridium.

M. Fitz-Gerald emploie, comme anode, une substance dite « lithanode », qui se compose surtout de peroxyde de plomb comprimé. Dans le procédé de Girard et Street, les anodes de charbon, comprimées selon la manière ordinaire, sont surchauffées dans le four électrique, ce qui transforme en graphite le carbone amorphe.

L'idée d'obtenir la décomposition de l'eau par l'électrolyse, en de grandes quantités, semble faire de plus en plus des progrès. M. O. Schmidt a présenté à l'assemblée de la Société électrochimique allemande son appareil pour la décomposition électrolytique de l'eau. Cet appareil donne, par ampère-heure, 168 litres d'hydrogène et 84 litres d'oxygène, ce qui équivaut à 54 0/0 du rendement théorique. M. Schmidt a l'espoir que l'hydrogène électrolytiquement produit pourra s'employer avec avantage dans les brûleurs Auer.

Tesla prétend avoir obtenu la combinaison de l'azote atmosphérique avec l'oxygène au moyen de la décharge d'un oscillateur électrique qui donne 12 000 000 de volts et 100 000 alternances par seconde; mais les détails précis, sur cette expérience, font défaut.

MM. Marmier et Abraham ont fait breveter un appareil pour l'ozonisation de l'eau potable. Ils prétendent donner une eau complètement stérilisée. Une fabrique de Lille essaye déjà leur système.

(1) Voir l'*Electricien*, t, XX, p. 273.

L'obtention de produits organiques par l'électrolyse a fait l'objet d'une conférence de M. Marie au quatrième Congrès international de chimie appliquée qui s'est tenu à Paris. Le conférencier a expliqué que les applications de l'électrolyse sont encore peu nombreuses, malgré les bons résultats obtenus, par exemple, dans la production de l'iodoforme et de la vanilline.

D'après M. L. Szarvasy, le chlorhydrate d'aniline fondu, soumis à l'électrolyse dans un creuset en graphite qui constitue l'anode et à l'intérieur duquel un plus petit creuset servant de cathode subit un mouvement de rotation, donne du noir d'aniline, avec de l'azophénine et enfin des couleurs d'induline.

Dans une solution alcaline et avec des cathodes en mercure, M. Walther Lob réduit électrolytiquement le nitrobenzol en azobenzol et en azoxybenzol et enfin, dans une solution acide, il réduit ces derniers corps, à leur tour, en benzidine.

La fabrique d'aniline A. Wülfing d'Elberfeld a pris un brevet pour la réduction électrolytique des sels de nitrobenzol.

M. Fr. Darmstadter a trouvé un moyen d'oxyder des substances organiques avec l'acide chromique dans un bain électrolytique. Un brevet de la Société chimique des usines du Rhône (anc. Gilliard, Monner et Cartier) mérite de retenir l'attention : il concerne l'obtention, au moyen du courant électrique, de l'éosine et d'autres dérivés halogènes du groupe de la fluorescéine. La solution alcaline de fluorescéine est, avec l'intervention d'un diaphragme, électrisée de manière à jouer le rôle de liquide-anode, et le chlore, le brome ou l'iode se trouvent amenés dans l'espace réservé à l'anode. On obtient de cette manière, parait-il, des éosines d'une grande pureté.

Parmi les plus récents travaux dans le domaine de l'analyse électrique, la méthode de détermination quantitative du bismuth, de M. Charles Wimmenauer, mérite une mention. L'auteur a électrolysé des solutions nitriques de bismuth ou des solutions de nitrate de bismuth dans de la glycérine aqueuse; en agitant continuellement la solution à la température d'environ 50°, il a obtenu des dépôts bien adhérants de bismuth. De son côté, M. Dmitry Bolachowsky a proposé une autre méthode pour obtenir des dépôts de bismuth : il électrolyse des solutions de bismuth faiblement acidulées avec une faible densité de courant, en ajoutant de l'urée ou de l'aldéhyde.

M. Marie propose une méthode pour obtenir des dépôts galvanoplastiques de plomb : il fait dissoudre du sulfate ou du chromate de plomb dans de l'acide nitrique en présence d'acétate d'ammoniaque et il obtient le métal sur la cathode.

G.

L'INSTITUT PHYSICO-TECHNIQUE DE CHARLOTTENBOURG

L'Allemagne possède depuis quelques années un établissement scientifique supérieur d'autant plus intéressant qu'il n'en existe réellement pas de semblable dans les autres pays : un Américain qui y avait été admis à travailler, M. Carhart, vient de lui consacrer une étude fort documentée dans les Mémoires de l'*American Institute of Electrical Engineers*, et nous avons pensé l'occasion excellente pour faire connaître cette institution.

Son titre exact est Institut impérial (*Reichanstalt*) physico-technique, et il est installé à Charlottenbourg, un des faubourgs bien connus de Berlin; les bâtiments, qui occupent une surface considérable et ont une importance très grande, ont été élevés pour la plus grande partie sur un terrain offert à l'État par le célèbre Dr Werner Siemens : ce petit cadeau représentait une valeur de 500 000 marks. Au reste, depuis des années, les savants les plus distingués d'Allemagne, comme Helmholtz, avaient insisté sur la création d'une institution de ce genre, ayant à la fois pour but les recherches scientifiques les plus élevées et le perfectionnement des instruments de précision. En 1887, on adopta le plan général du Reichanstalt; un premier bâtiment fut construit en 1893 et le second en 1897. On y trouve à la fois maintenant une division de recherches scientifiques pures, des départements divers pour les mesures mécaniques de précision, les mesures et les instruments électriques, la mesure des courants et des forces électromotrices, l'optique, la thermométrie, la pyrométrie, la chimie; il y a de plus une station de force motrice et un atelier.

D'une façon générale, l'Institut est partagé en deux divisions qui correspondent l'une aux recherches de science pure, l'autre aux recherches de précision dans le domaine des applications techniques : il y a là un enchainement logique, comme le fait remarquer avec raison M. Carhart, puisque les applications scientifiques ne peuvent avoir pour base que les découvertes de la science pure. A la tête de l'Institut est un corps directeur ou *Curatorium*, qui a pour fonctions d'administrer le Reichanstalt et de nommer les professeurs. Le principal personnage de cet état-major de l'Institut est le président, et pour montrer qu'on ne confie cette haute position qu'à un des savants les plus distingués de l'Allemagne, nous dirons que ce poste a été occupé par Helmholtz; son successeur est le professeur Kohlrausch, qui lui a également succédé comme professeur de physique à l'Université. Le Président, qui est en même temps directeur de la première division, est responsable de tout le travail qui se fait dans l'Institut; les autres fonctionnaires de l'établissement lui sont subordonnés, et en son absence il est suppléé par le directeur de la seconde division. Chacun des pro-

fesseurs, à la tête d'un département, a la direction de tous ceux qui y sont employés, associés, assistants et même mécaniciens Nous devons ajouter, pour compléter ces rapides notions sur ce qu'on peut appeler le fonctionnement administratif du Reichanstalt, que le Curatorium est saisi chaque année par son Président du compte rendu des travaux exécutés dans l'année qui finit et du plan des travaux de l'année suivante, des questions de dépenses et de traitements, enfin des nominations comme associés ou assistants et de l'admission des hôtes scientifiques autorisés à suivre les travaux de l'Institut. Ces hôtes sont généralement des savants appartenant à l'Empire et qui désirent poursuivre des recherches dont ils ont soumis le plan au Curatorium et qu'ils n'ont pas le moyen d'exécuter ailleurs : ils doivent être recommandés par l'État auquel ils appartiennent. Ils contribuent avec les professeurs et aussi avec les travailleurs volontaires à faire, par exemple, dans la première division, les travaux de physique qui demandent plus de temps et des instruments plus perfectionnés qu'on n'en peut avoir dans des établissements ordinaires. Pour les volontaires, dont nous venons de prononcer le nom, ce sont des jeunes gens que l'on accepte après qu'ils ont prouvé leurs capacités par des publications scientifiques; c'est le Curatorium qui a le droit de décider si on publiera les résultats des travaux qu'ils auront effectués au Reichanstalt.

Le sous-directeur de l'établissement, qui a la direction de la division technique, ainsi que nous l'avons expliqué, est pris parmi les savants du monde technique, car il doit posséder des connaissances suffisantes sur les applications pratiques de la science pure; il surveille et dirige les chefs de service des sous-divisions de thermométrie, d'optique, d'électricité et des mesures mécaniques de précision, en même temps que le chef de l'atelier, qui, lui, a sous ses ordres huit mécaniciens travaillant dans un atelier doté des outils les plus perfectionnés, pour l'exécution des appareils de précision exigés par les besoins de l'institution.

Cet Institut et les bâtiments ont une importance tout exceptionnelle; nous pouvons y ajouter quelques renseignements numériques sur les dépenses qu'a entrainées cette création. Pour la première division, par exemple, outre les 500 000 marks représentant le terrain donné par le Dr Siemens, on a consacré 387 000 marks au bâtiment principal, 50 000 au bâtiment des machines, 100 000 à celui de l'administration et presque autant à la maison du Président; si l'on y ajoute 82 000 marks pour les machines et instruments et les dépenses diverses, on arrive à un total respectable de 1 326 000 marks. Pour la seconde division et les installations complémentaires, nous noterons 922 000 marks pour le bâtiment principal, 218 000 pour les laboratoires, 180 000 pour les bâtiments des machines, 140 000 pour les logements des professeurs, 471 000 pour les machines mêmes et les instruments; nous arrivons finalement à un total général de 4 039 000 marks pour tout l'Institut. Quant aux dépenses annuelles de fonctionnement, elles s'élèvent à 3 334 000 marks. Toutefois, de ce dernier chiffre, il faut déduire une recette de 40 000 marks environ pour le calibrage des instruments, les essais de matériaux, les vérifications d'étalons, etc., exécutés pour le public.

Les résultats des travaux du Reichanstalt sont des plus sérieux et des plus brillants, et une partie en paraît dans des journaux scientifiques ou techniques, ce qui ne les empêche point d'être publiés en détail dans trois gros volumes in-4°. On a notamment poursuivi des recherches fort intéressantes au sujet de l'influence que peut avoir la nature du verre sur les indications thermométriques, sur les étalons échantillons normaux de résistance électrique, sur les forces électromotrices de telles ou telles batteries. Nous recommanderons au lecteur, s'il veut se rendre compte de l'activité déployée dans cette institution, de lire le *Thatigkeitsbericht* qui a paru dans la *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, et qui donne l'énumération pure et simple de tous les travaux exécutés durant une année sur la chaleur, l'électricité, les instruments de mécanique de précision (erreurs de division des échelles, construction des diapasons, etc.), sur les applications de l'électricité (calibrage des instruments, etc., etc.), et sur les applications de la mécanique de précision à la mesure des pressions ou des températures, à la lumière, à l'électrolyse, etc., etc.

Cette création est des plus remarquables, comme on le voit, et elle a certainement une influence des plus précieuses sur le développement de l'industrie allemande.

(*La Nature.*) Daniel BELLET.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 10 janvier 1901.

Les chemins de fer électriques souterrains de Londres. — Il semble que les livraisons de matériel pour les chemins de fer électriques souterrains vont encore être retardées; en effet, les propriétaires d'immeubles, de maisons, etc., et autres bâtiments, s'élevant le long de la voie du chemin de fer Central-London, craignent fortement que les vibrations causées par le passage de lourdes locomotives dans les tunnels provoquent des dommages considérables à ces bâtiments. Que le dommage soit réel ou non, rien ne l'a prouvé jusqu'ici; mais



l'agitation provenant de cette crainte a pris de tels développements que le Board of Trade a jugé nécessaire, d'accord avec la compagnie, de nommer une commission spéciale composée d'hommes éminents tels que lord Rayleigh, sir John Nolfe Barry, le professeur Ewing, afin d'examiner jusqu'à quel point le fonctionnement des trains produirait des vibrations et si ces vibrations pourraient être atténuées ou même annulées. Toutes ces rumeurs n'ont pas seulement influé sur les actions de la compagnie déjà soumise à des charges si lourdes, mais leur effet s'est principalement fait sentir sur les nouveaux projets de lignes électriques souterraines. L'opposition, qui s'élève toujours plus grande, n'est pas, en réalité, contre les chemins de fer électriques, dont la plupart des gens reconnaissent l'absolue nécessité, pour avoir des moyens de communication faciles dans une grande ville comme Londres; mais cette opposition prétend surtout rendre responsables toutes les compagnies de tout trouble, de tout désordre qui proviendrait de leur chemin de fer. Une stipulation semblable serait actuellement un gros point noir à l'horizon des entreprises de chemins de fer, et celles-ci ne seront probablement pas très pressées de se former jusqu'à ce que la commission mentionnée plus haut ait donné lieu à une décision définitive. On ne sait encore qui sera adjudicataire pour la fourniture du matériel électrique nécessaire à la conversion des lignes du métropolitain.

***

Les tramways de l'Ouest à Londres. — La compagnie des tramways réunis de Londres n'a pas encore reçu la permission de mettre en service ses lignes électriques, bien que l'on pense que les difficultés relatives aux appareils de l'observatoire de Kew soient prochainement surmontées. Pendant ces derniers jours, la compagnie a procédé à une série d'expériences sous la direction des autorités de l'Observatoire et du Board of Trade, afin de déterminer exactement l'importance des interruptions causées sur les instruments magnétiques.

***

Omnibus électriques à Londres. — On compte seulement neuf cabs électriques en service à Londres, quelques voitures de modèles divers; quant aux omnibus électriques, on a toujours espéré, mais en vain, en avoir; après quoi les professionnels assurent aujourd'hui que l'énergie électrique est inapte actuellement au fonctionnement d'omnibus électriques. Il y a quelques années, une compagnie annonça à grands coups de tam-tam que des omnibus électriques sans nombre allaient être mis à la disposition du public presque immédiatement; mais l'affaire se borna à un omnibus, qui fut construit, équipé, essayé..., et ce fut tout. Aujourd'hui, après une longue période d'expériences, la compagnie en arrive à déclarer tout simplement à ses actionnaires que l'application de l'électricité dans ce cas est impossible, et qu'il faut adopter une autre force motrice. Ces déclarations sont des plus fâcheuses, car elles arrivent juste à un moment où le public était persuadé de la réalisation de voitures électriques pratiques.

***

Distribution électrique de l'énergie en Angleterre. — Il n'y a pas de question présentant plus d'intérêt en ce moment que celle de la distribution de l'énergie électrique, et à ce sujet, M. W. Esson a dernièrement présenté un travail très instructif devant la Société des ingénieurs civils mécaniciens. Cette Société est une de celles qui a le plus de rapports avec l'industrie électrique; c'est pourquoi M. W. Esson a cru devoir discuter le cas de la distribution de l'énergie électrique devant une Société dont les membres sont ingénieurs mais non électriciens. M. Esson déclare tout d'abord que pour la transmission de l'énergie, il n'y a pas lieu de nier que la supériorité appartient à l'électricité, mais que, dans beaucoup de cas, les avantages dépendant de son emploi pour la distribution ne sont pas aussi nets. Il est évident que pour des distances de 1 mille et au dessus, la méthode électrique tient la tête et que si l'énergie n'est pas transmise électriquement elle ne peut pas l'être du tout. Le conférencier discute ensuite le pour et le contre de la distribution électrique de l'énergie dans les usines, les ateliers, et il montre que la chose se résume en un simple problème relevant de l'ingénieur mécanicien. Il examine ensuite les circonstances desquelles dépend la question de savoir si l'électricité peut remplacer avec avantage les anciennes méthodes de distribution d'énergie; il énumère et détaille d'abord les défauts des transmissions par courroies et arbres, et fait ressortir de l'autre la simplicité et l'économie de la distribution électrique.

***

L'éclairage électrique à Beckenham. — Le conseil du district de Beckenham vient de mettre en service son matériel d'éclairage électrique qui fonctionne combiné avec un incinérateur de gadoues, type Horsfall. Les affaires ont été arrangées de telle sorte qu'une Compagnie privée se charge de l'entreprise pendant les cinq premières années, recueillant les bénéfices ou supportant les pertes; le Conseil du district en prendra la direction à l'expiration de cette période. Le système de la distribution est à courants alternatifs à haute tension; l'énergie étant produite sous 2000 volts est transmise à des sous-stations d'où elle est ensuite distribuée dans le réseau à trois fils des abonnés à la tension de 200 volts. Le matériel à vapeur comprend trois chaudières tubulaires Babcock et Wilcox qui sont munies de grilles à charbon, mais destinées plutôt à être chauffées par les cendres de l'incinérateur. La chambre des chaudières contient en plus un grand réservoir à eau, un réchauffeur Boby et un économiseur de combustible. Il y a deux groupes électrogènes de 120 kw et un de 60 kw. Ces groupes se composent de moteurs verticaux compound à grande vitesse Belliss et Morcom accouplés directement à des alternateurs du type « Leeds and London » à induit fixe et à inducteur tournant. Les dynamos de 120 kw ont 16 pôles et donnent 60 ampères sous 2000 volts; celles de 60 kw ont 12 pôles et donnent 30 ampères sous la même tension; toutes ont une fréquence de 50 périodes par seconde. Le tableau de distribution a trois panneaux pour les alternateurs et six pour

les circuits. Les câbles sont du type isolé au papier et recouverts de plomb; ils ont été fournis par la Compagnie anglaise Insulated Wire. Six feeders à haute tension alimentent les neuf sous-stations. Les plus grands efforts ont été faits pour encourager et vulgariser les demandes de courant; c'est ainsi que les abonnés ont franchise pour les canalisations, moyennant une taxe de 0,60 fr par unité. Toutefois, s'ils consomment plus de 18 unités par lampe de 8 bougies et par an, ils ne sont pas imposés pour les canalisations.

Dans le cas où ce chiffre ne serait pas atteint, l'abonné paye un tarif additionnel de 0,10 fr par lampe et par unité. La capacité de la station est d'environ 15 000 lampes, elle en alimente déjà 7000. M. Hedgcok qui administre la station pour le compte de la Compagnie anglaise Insulated Wire, concessionnaire pour cinq ans, est en réalité l'ingénieur électricien de la ville.

***

L'aluminium et ses applications en électricité. — On a souvent soulevé la question de savoir s'il fallait encore attendre longtemps avant de voir diminuer le prix du cuivre, et en même temps les ingénieurs électriciens ont discuté les probabilités qui pouvaient rendre possible commercialement la substitution de l'aluminium au cuivre; malheureusement, dans les installations électriques anglaises, on n'a relevé que très peu de résultats pratiques. A ce sujet, M. J. Kershaw, qui a fréquemment traité la question dans les journaux d'électricité de Londres, vient de la présenter avec détails devant l'institution des ingénieurs-électriciens, relativement surtout à l'emploi de l'aluminium comme conducteur; il a réuni dans ce travail quelques nouvelles observations qu'il a faites sur la durée de l'aluminium et d'autres métaux lorsqu'ils sont exposés à l'air. Comparant le prix des deux métaux, M. Kershaw montre qu'il y a dix ans le prix de l'aluminium était de 933 livres par tonne et celui du cuivre de 80 livres, mais les procédés de fabrication ont été perfectionnés et ont abaissé le prix de l'aluminium à 224 livres la tonne, tandis que le cuivre s'élevait presque d'autant; c'est pourquoi l'orateur constate que l'aluminium a pu être adopté dans certains cas par l'ingénieur-électricien pour remplacer le cuivre. Des perfectionnements ont encore été apportés, la production s'est accrue, et maintenant, aux États-Unis, de grandes quantités d'aluminium ne sont payés que 135 livres la tonne, et c'est à cause de ce bas prix que les ingénieurs électriciens d'Amérique ont été plus disposés à adopter ce métal pour leurs lignes. Ici, M. Kershaw donne des détails sur les principaux systèmes usités en Amérique dans l'emploi de l'aluminium pour les lignes de transmission en fil nu et pour les conducteurs d'éclairage électrique. Les seuls exemples d'application de l'aluminium dans des stations d'électricité anglaises sont : à Northallerton, où il y a 4 milles de lignes desservant un réseau d'éclairage électrique; à Foyers, où la compagnie anglaise d'aluminium a installé plusieurs milles de lignes de transmission; enfin les autorités du Post Office font actuellement des essais avec ce métal pour les communications téléphoniques à grande distance. Dans plusieurs installations, la difficulté de souder l'aluminium a été surmontée par l'emploi des joints modèle Mac Intyre. M. Kershaw montre que si l'aluminium possédait le degré de durée requis, il deviendrait un rival sérieux du cuivre.

Afin d'obtenir des chiffres exacts relativement aux effets de l'atmosphère sur l'aluminium, M. Kershaw a poursuivi depuis octobre 1899 deux séries d'observations dans le nord de l'Angleterre. La méthode qu'il a adoptée est intéressante : les tiges et les fils étaient coupés en longueurs de 0,60 m et étaient montés sur des isolateurs de verre de manière à ce qu'ils soient parallèles entre eux et horizontaux par rapport à la terre. Les observations portaient également sur tous les métaux et alliages employés comme conducteurs électriques, tels que : cuivre, cuivre étamé, fer galvanisé. Les fils étaient disposés de manière que les gouttes d'eau se formant sur eux dans un air humide ne puissent pas passer de l'un à l'autre et faire intervenir ainsi une action quelconque électrolytique. Chacune des longueurs était marquée et pesée avant de l'exposer à l'air. Les expériences portèrent sur deux ensembles de fils qui furent exposés pendant dix mois, l'un à Saint-Helens et l'autre à Waterloo, près de Liverpool. Au bout des dix mois, les fils furent nettoyés de toutes les poussières qui les recouvraient, passés à l'air sec, puis pesés; les chiffres ci-après montrent les résultats obtenus :

	Waterloo.	St-Helens.
	+ = Gain en poids.	
	— = Perte —	
	Pour cent.	
Tige d'aluminium n° 1.		+ 0,27
— n° 2.	+ 0,13	+ 0,51
Fil d'aluminium n° 1. .	+ 0,41	+ 0,83
— n° 2. .		+ 0,83
— n° 3. .	+ 0,55	+ 0,54
Fil de fer galvanisé n° 1.	— 0,15	— 1,44
— n° 2.	— 0,16	— 2,13
Fil de cuivre n° 1. . .		— 1,65
Fil de cuivre étamé n° 1.		— 1,81

On voit d'après ces chiffres que les fils et tiges d'aluminium ont presque tous gagné en poids, ces gains variant de 0 jusqu'à 0,83 0/0, gains qui sont attribués à la corrosion de ces fils et à l'incorporation de poussières dans les crevasses. Même en frottant énergiquement, on ne pouvait pas enlever ces poussières. Mais comme le poids n'était pas la modification la plus importante pouvant être survenue, deux types de fil d'aluminium n° 1 furent soumis à des essais de conductibilité et de résistance à la rupture. On s'aperçut que le fil qui, à Saint-Helens, avait gagné en poids, avait perdu d'une manière considérable en conductibilité et en résistance. A Waterloo, la conductibilité n'avait pas diminué, et probablement non plus la résistance à la rupture, bien que des essais sur le fil primitif n'aient pas été réalisés, et que, par suite, on ne puisse rien affirmer d'exact quant à la résistance. M. Kershaw conclut de toutes ces recherches que les fils d'aluminium vendus actuellement en Angleterre pour conducteurs électriques ne sont pas assez résistants aux corrosions atmosphériques, et que, surtout dans une ville, où il faut compter avec le gaz acide sulfureux, le métal est très vivement attaqué. En général, là où l'on consomme beaucoup de charbon pour tous usages, l'emploi de l'alumi-

nium est absolument impropre spécialement, pour les lignes aériennes à trolley. M. Kershaw poursuit ses observations aujourd'hui, et nous ferons part ultérieurement des résultats obtenus.

BIBLIOGRAPHIE

Nouveau dictionnaire général des Sciences et de leurs applications, par MM. Ed. Perrier, membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, P. Poiré, professeur au lycée Condorcet, R. Perrier et A. Joannis, chargés de cours à la Faculté des Sciences de Paris, deux volumes grand in-4°, 3000 pages, 4000 gravures, paraissant en 48 livraisons, une livraison par quinzaine, prix : 1 franc. Prix de souscription à l'ouvrage complet : 40 francs payables en trois termes (Librairie Ch. Delagrave, Paris, 15, rue Soufflot).

La publication de cet ouvrage se continue sans interruption et chaque livraison montre avec quel soin les auteurs se sont attachés à exposer les progrès de la science et de l'industrie. L'esprit le moins cultivé pourra lire et comprendre facilement. Aussi le *Nouveau dictionnaire des Sciences et de leurs applications* s'adresse-t-il à tout le monde, à l'école comme à la famille, à l'étudiant comme à l'ouvrier, au fabricant, etc.

La treizième livraison qui vient de paraître contient, en architecture, un article intéressant sur les combles, avec des types de maisons. Nous signalerons en outre les principaux articles suivants : En chimie pure ou appliquée : Combustibles et combustion, conservation des matières organiques, conserves alimentaires. Physique pure ou industrielle : Compressibilité des gaz, des liquides, des solides, machine de compression, compteurs d'électricité, conductibilité calorifique des solides, des liquides, des gaz. Technologie : Compas, compteurs d'eau, confiserie, corderie, cordonnerie, cornes, machines à coudre. Astronomie : Comètes, constellations, coordonnées, coucher et lever des astres. Géologie : Cône volcanique, conglomérat, corallien et formations coralliennes. Médecine : Commotions, condurango, confusion mentale, conjonctive et conjonctivite, constipation, contagion, contracture, convulsions, coqueluche, cornée, coryza, coude et ses luxations. Géométrie analytique : Conchoïde de Nicomède, coordonnées.

-oo-

Le Volta, annuaire de renseignements sur l'électricité et les industries annexes. Un vol. in-8° de 3000 pages, relié. Prix, cartonné : 15 francs. Paris, Société fermière des Annuaires, 53, rue Lafayette.

La Société fermière des Annuaires vient de publier la seconde édition, pour 1900-1901, de son annuaire d'électricité, le *Volta,* dont la première édition avait été si favorablement accueillie au mois de juillet 1899.

Le *Volta* est bien resté ce qu'il était, ce qu'il avait du reste promis d'être, un annuaire de renseignements techniques, statistiques et commerciaux, toujours au courant des faits les plus nouveaux dans chacun de ces groupes de rénseignements.

L'ingénieur y trouve tous les éléments dont il a besoin pour le calcul de ses projets. L'industriel et le commerçant peuvent se rendre compte des progrès accomplis dans chaque branche de l'activité humaine touchant directement ou indirectement à l'industrie électrique.

Renseignements de tous ordres, mathématiques, physiques, chimiques, industriels, commerciaux, sont groupés avec un ordre systématique complété par cinq tables, qui sont à elles seules un volumineux et intéressant travail.

Quelques modifications ont été apportées à cette deuxième édition. Dans la première, le *Volta* avait été divisé en trois parties : sciences et industries annexes de l'industrie électrique, industrie électrique, renseignements divers; on trouvait réunis sous chacune des rubriques de ces parties, les renseignements techniques, les renseignements statistiques et les renseignements commerciaux. A cet ordre, qui avait paru plus logique à l'auteur, il en a été substitué un autre, voulu par les intéressés; en effet, la deuxième édition du *Volta* se divise en quatre parties : les renseignements techniques, les renseignements statistiques, les renseignements commerciaux et les renseignements divers; les rubriques sont les mêmes pour chacune de ces quatre parties; cette classification a l'avantage de ne donner que des renseignements d'un seul ordre, ceux des autres ordres étant de même réunis, classés en un même groupe. Nous pouvons même dire que la prochaine édition apportera dans le même sens de nouvelles améliorations, unifiant ce système de classification.

Cette nouvelle édition du *Volta,* augmentée, revue et remaniée, constitue à la fois le Larousse et le Bottin de l'électricité.

-oo-

Galvanisation et Galvanoplastie, par M. G. Geiger. Un volume broché, avec figures. — Librairie Desforges, Paris. Prix, 1 fr. 50.

Rédigé par un praticien consommé, ce manuel ne fournit que des indications sûres, conduisant sans tâtonnement à des résultats satisfaisants. L'amateur ne disposant que de ressources limitées et d'un matériel restreint, on y a omis à dessein toutes les formules dont la mise en œuvre nécessite l'emploi d'instruments de contrôle délicat, ou qui ne peuvent être pratiquement appliqués qu'industriellement. Le cuivrage, la dorure, l'argenture, le nickelage et le platinage y sont longuement décrits; toutes les indications nécessaires pour la bonne réussite des divers moulages sont suivies de la description des procédés galvanoplastiques proprement dits. De nombreuses recettes terminent ce manuel : récupération des métaux précieux, applications diverses de la galvanisation à la décoration, etc.

-oo-

Fomulaire électrothérapique, par le docteur Foveau de Courmelles. Un volume in-16 de 221 pages. Prix, cartonné : 3 francs. Paris, Octave Doin, éditeur.

Pour mettre à la disposition des médecins un aide-mémoire d'électrothérapie, un vrai formulaire, l'auteur a divisé son ouvrage en deux parties classées par ordre alphabétique. Dans la première, on trouve les termes électriques et radiographiques employés en médecine et en biologie; dans la seconde, les affections morbides et les traitements électriques qu'elles comportent.

Nous ne sommes pas compétents pour juger ce travail au point de vue médical, mais nous croyons que ce petit formulaire pourra rendre de réels services au moment surtout où l'électrothérapie est devenue une véritable science dont le champ s'agrandit de plus en plus.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

Séance du 14 janvier 1901. — M. Rheins communique une note *sur la corrélation des expériences faites à Dijon en 1891 pour l'application de l'idée de retour commun pour circuits téléphoniques et les expériences faites depuis cette date de 1894 sur la téléphonie sans fil*, dans laquelle l'auteur dit que les expériences faites à Dijon, en 1894-1895, ont montré que les mélanges de conversation produits dans des circuits appartenant au même retour commun sont causés par de mauvais isolements, c'est-à-dire des pertes à la terre. En d'autres termes, le courant téléphonique nuisible passe d'un poste à l'autre, non par le conducteur métallique qui les unit, mais par les terres des deux postes. Ceux-ci communiquent donc entre eux par leurs terres, c'est-à-dire sans fil. Il y a donc corrélation complète entre ces expériences et celles qui ont été faites à la même date de 1894 par M. Gavey, reprise en 1899 par sir William Preece et actuellement encore par Gavey et dont sir William Preece a dernièrement rendu compte.

M. A. Breyde adresse, de la Hulpe (Belgique) une note intitulée : « Explosion à distance et sans fil » (Commissaires : MM. Maurice Levy, Mascart, Sebert).

Séance du 21 janvier 1901. — M. Mascart annonce à l'Académie la mort récente de M. Zénobe Gramme, dont le rôle a été si important dans le développement de l'industrie actuelle de l'Electricité. L'Académie a accueilli les premiers travaux de M. Gramme et lui a décerné ses plus hautes récompenses; elle ne peut que s'associer au deuil que cause à la science et à l'industrie la disparition du célèbre inventeur.

La télégraphie sans fil dans l'armée russe.

Notre confrère l'*Elektrotechnische Rundschau* de Francfort-sur-le-Mein apprend qu'au cours des dernières manœuvres d'intéressantes expériences de télégraphie sans fil ont été effectuées dans la région militaire de Saint-Pétersbourg, par le 148e régiment d'infanterie russe. Ces expériences ont eu lieu par les soins d'un détachement de sept télégraphistes que commandait un lieutenant et qui était assisté d'un technicien. Pendant les trois semaines qu'ont duré les manœuvres, on a échangé des communications de jour et de nuit et par tous les temps jusqu'à des distances de 2 km 1/2, beaucoup plus rapidement qu'il n'eût été possible de le faire par estafette. Les essais en question ont conduit à conclure que les dispositifs de télégraphie sans fil, qui sont relativement peu coûteux — 4000 fr environ pour deux postes de campagne — peuvent rendre de très précieux services pour les opérations de reconnaissances de l'infanterie et donner des résultats encore plus satisfaisants pour la cavalerie. — G.

Une nouvelle lampe électrique Auer.

Suivant notre confrère l'*Elektrotechnische Rundschau* de Francfort-sur-le Mein, M. Auer von Welsbach de Vienne, qui a déjà acquis une si grande réputation par son bec incandescent à gaz, vient d'imaginer une lampe électrique destinée à révolutionner la technique de l'éclairage. L'inventeur n'a pas encore fait connaître le détail de sa nouvelle création; l'on sait seulement que cette dernière ne consomme que 1 watt par bougie normale, ce qui la rend de trois à trois fois et demie moins dispendieuse que la lampe à incandescence ordinaire et une fois moins coûteuse que la lampe Nernst, et en outre qu'elle utilise des filaments d'osmium préparés d'après un procédé qui est encore tenu secret. Le docteur Slaby, qui a déjà eu l'occasion d'examiner la nouvelle lampe électrique Auer, déclare qu'elle produit une lumière très blanche et qu'elle est destinée à obtenir un énorme succès.

G.

Un dictionnaire technique.

La Société des ingénieurs allemands de Berlin a récemment présenté à l'Institution anglaise des ingénieurs mécaniciens, un vœu tendant à obtenir la coopération des sociétés anglaises, françaises et allemandes pour combiner un dictionnaire technique complet dans ces trois langues. Le bureau de l'Institution anglaise ne s'est pas déclaré suffisamment compétent pour prendre ce vœu en considération, mais un grand nombre de ses membres se sont décidés à agir individuellement pour propager cette idée réellement intéressante, car on peut dire qu'il n'existe pas de bons dictionnaires de cette espèce et que cette lacune est profondément regrettable.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. de Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques



PETITS COMPTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

POUR COURANT CONTINU ET POUR COURANTS ALTERNATIFS

(*Modèles A. E. G.*)

Ces compteurs, construits par l'Allegemeine Elektricitæts Gesellschaft, figuraient à l'Exposition universelle.

I. Compteur pour courant continu. — Cet instrument est basé sur le principe des impulsions électrodynamiques périodiques, imprimées à une bobine mobile par une bobine fixe, et constitue un compteur à équipage oscillant. La bobine à gros fil est traversée par le courant dont on veut mesurer l'énergie, tandis que

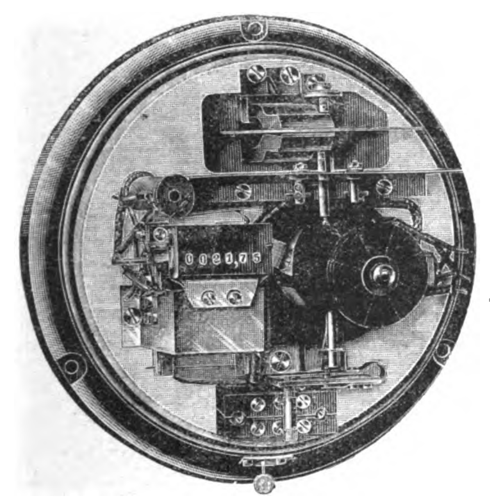


Fig. 1.

la bobine mobile est parcourue par un courant dérivé dont l'intensité est proportionnelle à la tension du courant principal.

Le sens de ce courant étant constant, on inverse périodiquement le sens du courant dérivé au moyen d'un commutateur automatique, de telle sorte que la déviation de la bobine mobile se produit successivement dans un sens ou dans l'autre.

L'amplitude de ce mouvement est constante et limité par des butées.

L'énergie emmagasinée dans le système mobile est fonction des intensités du courant principal et du courant dérivé. Suivant qu'elle est plus ou moins grande, l'accélération qui agit sur la bobine en fil fin est elle-même plus ou moins élevée. Les oscillations de cette bobine sont donc d'autant plus nombreuses que la puissance électrique est plus considérable.

L'énergie emmagasinée dans le système est d'ailleurs absorbée par un frein électromagnétique et les impulsions successives sont totalisées par une minuterie.

La théorie générale du phénomène ayant été donnée dans ce journal à propos du compteur F. Holden (1), nous n'y reviendrons pas. Nous nous contenterons de décrire cet appareil et d'en expliquer le fonctionnement.

Ce compteur dont la figure 1 montre l'aspect d'ensemble, se compose essentiellement (fig. 2) d'une bobine fixe *h* traversée par le courant principal, et d'une bobine annulaire s, en fil fin, dans laquelle circule le courant dérivé.

Cette bobine est solidaire d'un axe a pivotant sur des crapaudines en rubis. L'axe porte vers son extrémité inférieure une chape qui sert à amener le courant à la bobine *s*, par l'intermédiaire de petits ressorts en boudin F, suffisamment longs et souples pour que leur couple de torsion soit négligeable.

Vers la partie supérieure, l'axe a est muni d'un doigt K, dont l'extrémité peut venir buter contre les vis réglables K_1, K_2. Ces vis limitent la déviation de la bobine *s* et établissent les connexions nécessaires au renversement du courant dans cette bobine.

Le disque *a*, dont les bords s'engagent dans l'entrefer de l'aimant *m*, constitue l'amortisseur électromagnétique.

Les oscillations de la bobine s sont totalisées par une minuterie à chiffres sautants (fig. 1) actionnée par un relai représenté par la figure 3.

Ce relai se compose de deux électro-aimants E_1 E_2 attirant successivement l'armature en fer doux R dont la course est limitée par deux vis de butée réglables C_1 C_2, et dont l'extrémité *s*, formant cliquet, actionne le rochet *r* qui commande la minuterie.

Un cliquet de retenue, non figuré, empêche tout retour en arrière de la roue à rochet *r*.

Les figures schématiques 4 à 7 vont nous permettre d'expliquer le fonctionnement du mécanisme.

Le courant dérivé traverse successivement l'électro E_1, les résistances W_1 W_2 et l'électro E_2.

La bobine mobile S, branchée d'une part entre les résistances W_1 W_2 peut venir, d'autre part, en relation avec les vis K_1 K_2 (fig. 2) directement reliées aux conducteurs + et — de la canalisation.

A cet effet, l'extrémité de la bobine s est en communication avec le doigt K et avec l'armature R du relai.

(1) Voy. l'*Electricien* du 11 août 1900.

Au repos, les organes occupent les positions que montre la figure 4.

Dès que le compteur est en charge, le courant dérivé excite les électros E_1 E_2, mais l'armature R reste appuyée du côté où elle avait été attirée la dernière fois.

En même temps, un courant traverse la bobine S, ce courant étant dérivé entre le contact C_2 et les résistances W_1 W_2.

La bobine S reçoit une impulsion qui la fait dévier, vers la droite, par exemple.

A la fin de la déviation, le doigt R vient toucher la vis K_2, ce qui met l'électro E_2 et la résistance W_2 en court-circuit (fig. 5).

L'électro E^1 reçoit, au contraire, un courant renforcé, par suite de la mise en court-circuit de E_2 et W_2.

L'armature R est alors brusquement attirée

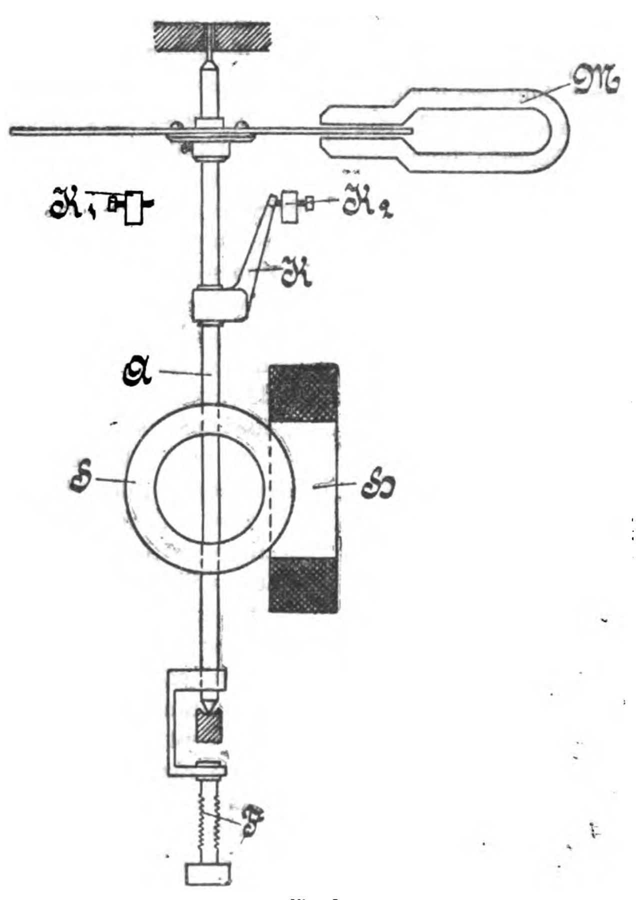


Fig. 2.

vers la gauche (fig. 6). Les électros E_1 E_2 sont, à ce moment, tous deux excités, mais l'armature étant appliquée contre E_1 ne peut être attirée par E_2.

La bobine S est maintenant en parallèle avec la résistance W_1 et le courant qui la traverse est inversé (fig. 5).

L'impulsion se produit vers la gauche, jusqu'à ce que l'électro E_1, ayant été mis à son tour en court-circuit, l'électro E_2 attire de nouveau l'armature R. C'est alors avec la résistance W_2 que la bobine S se trouve en parallèle et le courant s'y inverse de nouveau.

Les mêmes phénomènes se continuent ensuite indéfiniment. A chaque oscillation de la bobine S vers la droite ou vers la gauche, correspond une oscillation de l'armature R du relai. Les impulsions de la bobine S se trouvent ainsi totalisées l'une après l'autre, et le sens du courant s'inverse dans la bobine S à la fin de chaque impulsion.

On peut remarquer que, grâce à ce dispositif d'inversion, le circuit dérivé n'est jamais coupé. Il n'est que partiellement mis en court-circuit et, par conséquent, il ne se produit jamais d'étincelles entre le doigt K et les contacts K_1, K_2. Ces contacts restent propres et l'exactitude du compteur ne peut se trouver altérée.



Cet instrument présente l'avantage de ne pas avoir de collecteur. Or on sait que cet organe, quand il est nécessaire, exige un entretien constant.

Les lectures sont particulièrement faciles, grâce à l'emploi d'une minuterie à chiffres sauteurs. De ce chef, les abonnés, même les moins expérimentés, peuvent, sans commettre d'erreur, relever eux-mêmes les indications fournies par l'instrument.

La figure 8 montre la courbe des erreurs en fonction de la charge.

Les indications sont rigoureusement exactes pour une charge de 90 0/0 de la capacité du compteur.

Pour les charges inférieures, l'erreur est variable, mais elle reste toujours inférieure à 2 0/0.

Les variations de tension ne modifient pas l'exactitude et la bobine mobile S ne peut osciller pendant la marche à vide.

Elle se met en mouvement quand la charge atteint 1 0/0 du maximum.

Au point de vue de l'énergie absorbée par le fonctionnement même de l'instrument, énergie

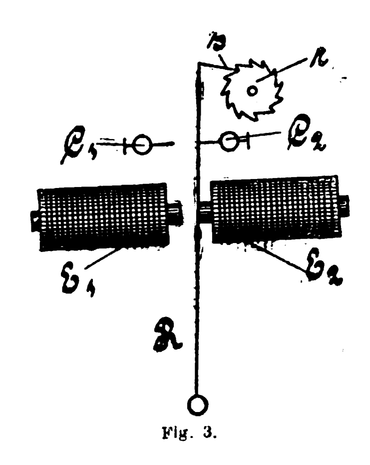


Fig. 3.

qui, comme on le sait, n'est pas enregistrée, le circuit dérivé exige 1,2 watt par 100 volts. Ce

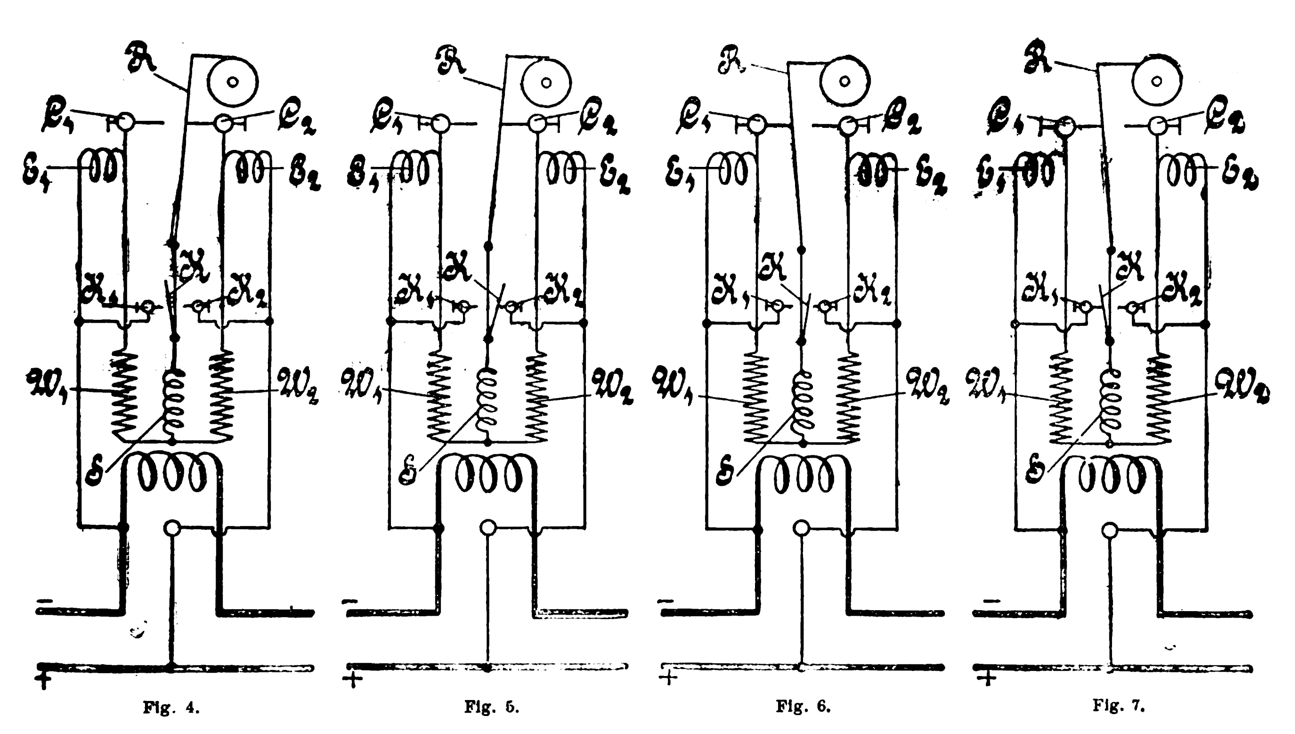


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

genre de compteur, qui ne peut être employé que pour le courant continu, se construit pour intensités jusqu'à 10 ampères et pour tensions jusqu'à 250 volts.

Les bornes de connexion sont placées dans une boîte spéciale et sont disposées de manière qu'on puisse facilement brancher un wattmètre pour vérifier l'étalonnage.

Grâce à l'emploi de barrettes mobiles, le wattmètre peut être intercalé ou enlevé du circuit sans qu'on soit obligé d'interrompre le service.

II. *Compteur d'énergie pour lampes à incandescence alimentées par courants alternatifs* (distribution à deux fils). — Cet instrument, dont la figure 9 représente la vue intérieure, se compose d'un disque de cuivre rouge a calé sur un axe monté entre pointes (fig. 10 et 11).

Les bords du disque s'engagent, d'une part,



dans l'entrefer d'un électro-aimant tripolaire *e*, et entre les branches d'un aimant permanent *m*, d'autre part.

Ce dernier constitue avec le disque *a* un frein électro-magnétique.

Le couple moteur est dû à l'action de l'élec-

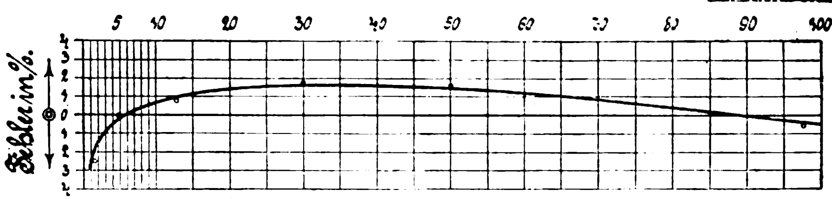


Fig. 8.

tro-aimant tripolaire agissant sur le disque.

A cet effet, les noyaux S_1 S_2 (fig. 12) de

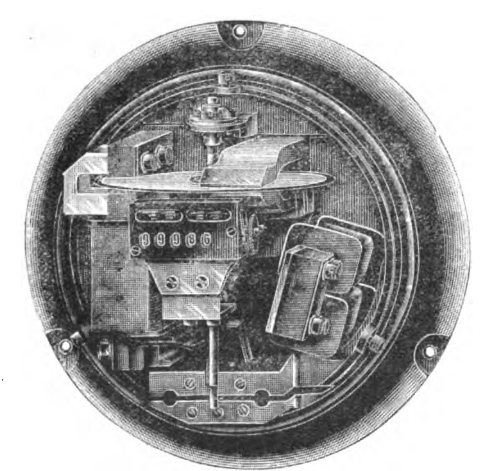


Fig 9.

l'électro tripolaire sont excités par des bobines en fil fin montées en tension et constituant le circuit dérivé du compteur.

Le courant dérivé, proportionnel à la tension du réseau, engendre des flux dans les noyaux S_1, S_2 et, comme ces flux sont alternatifs, il se développe des courants induits dans le disque.

Si les flux dans les entrefers L_1 L_2 des noyaux S_1 S_2 étaient égaux, ils ne se produirait pas de rotation du disque, car les réactions s'exerçant entre les pôles et les courants induits dans le disque sont alors égales et de sens contraires.

Un mouvement de rotation continu se produit, au contraire, si le flux alternatif est plus grand dans l'un des entrefers que dans l'autre.

On arrive à créer cette dissymétrie en recouvrant le noyau S_2, par exemple, d'une bobine ayant moins de spires que la bobine placée sur le noyau S_1. On peut encore produire le même effet en employant des bobines égales; il suffit pour cela d'augmenter l'entrefer L_2, tandis qu'on diminue l'entrefer L_1.

On obtient ce résultat en inclinant plus ou

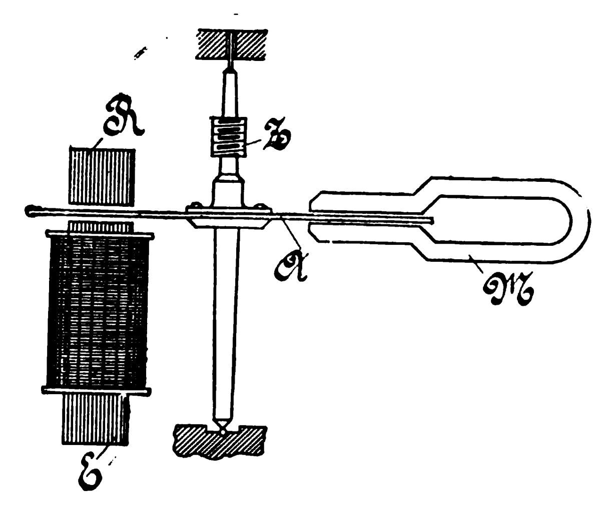


Fig 10.

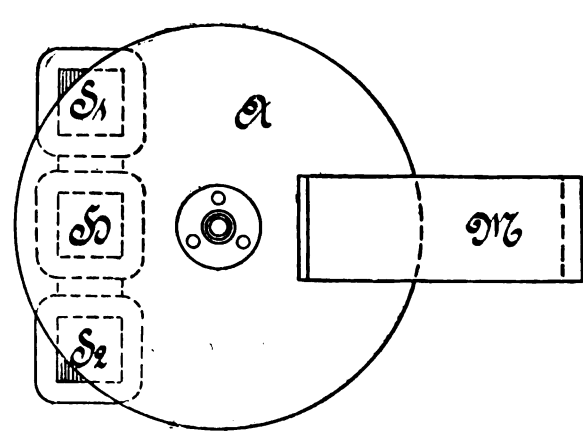


Fig. 11.

moins l'armature R en fer doux, qui se trouve au-dessus du disque *a*.

Le mouvement du disque se produisant ainsi sous la seule action du courant dérivé, le compteur pourrait enregistrer pendant la marche à vide.



On évite ce grave inconvénient par un réglage convenable de l'entrefer L_2, entrefer qu'on fait varier jusqu'à ce que le disque soit sur le point de se mettre en mouvement. A ce moment, le couple exercé sur le disque est trop faible pour le faire tourner, mais il est cependant suffisant pour compenser les résistances dues aux frottements.

Le courant principal traverse une bobine à gros fil superposée à la bobine en fil fin placée sur le noyau S_1. Le flux dans l'entrefer L_1 augmente donc proportionnellement à l'intensité du courant et avec lui augmente le couple moteur qui entraîne le disque. Pendant ce temps, le flux en S_2 se trouve diminué d'autant.

Pour qu'il y ait proportionalité du couple moteur à la puissance, deux conditions doivent être réalisées.

1° Les flux développés dans le noyau S_1 par

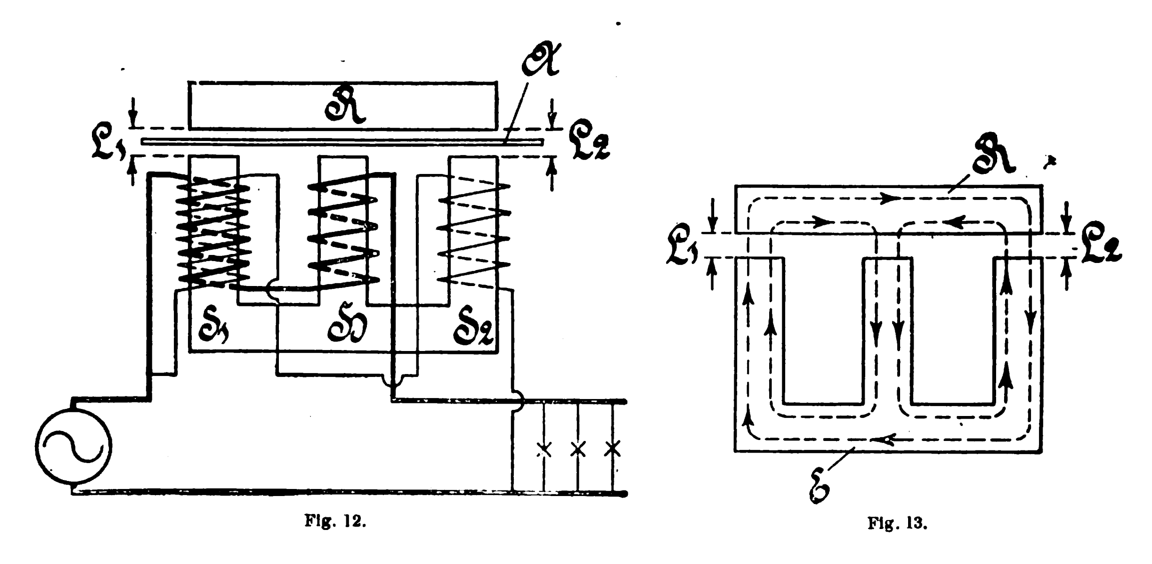


Fig. 12. Fig. 13.

les bobines à gros fil et à fil fin doivent être en concordance de phase.

Il en résulte que le courant dont on veut mesurer l'énergie ne doit pas avoir de compo-

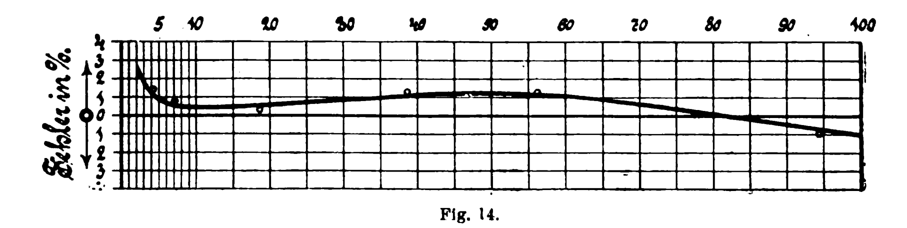


Fig. 14.

sante déwattée et c'est ce qui limite l'emploi du compteur aux cas où le réseau n'alimente que des lampes à incandescence;

2° Le noyau dont le flux est renforcé ne doit pas arriver à la saturation.

Comme cette condition n'est guère réalisable, on tourne la difficulté en faisant passer le courant principal dans les quelques spires d'une bobine placée sur le noyau H.

Cette bobine produit un flux de sens contraire à celui produit en S_2 et le couple moteur est augmenté malgré la saturation du noyau S_1.

La figure 13 montre schématiquement la direction des flux engendrés dans les noyaux S_1, H, S_2, par les enroulements à gros fil et à fil fin.

Le mouvement de rotation du disque a est transmis à la minuterie par une vis sans fin Z, (fig. 10). Cette minuterie est à chiffres sautants comme dans le compteur précédent.

Ainsi que le montre la courbe (fig. 14), les erreurs ne dépassent pas ± 1 0/0, lorsque la charge est supérieure à 5 0/0 de la capacité du compteur.

Le disque se met en marche sûrement lorsque la charge atteint 1 0/0 et la dépense d'énergie dans les bobines de l'instrument est très faible. Elle ne dépasse pas 3 watts, dont 2 watts à pleine charge dans le circuit principal et 1 watt par 100 volts dans les bobines dérivées.

Les variations ordinaires de tension et de

fréquence d'un réseau de distribution sont trop faibles pour avoir une influence sur l'exactitude des indications.

Les deux compteurs que nous venons de décrire se construisent pour des courants de 10 ampères et au-dessous et pour tensions de 250 volts. Ils sont principalement destinés, grâce à leur prix peu élevé, aux petits abonnés qui généralnment n'emploient que des compteurs horaires ou qui souscrivent des contrats à forfait (1).

M. ALIAMET.

NOUVELLES PILES
DU DOCTEUR FONTAINE-ATGIER

Classe 27, à côté de ses appareils médicaux, M. le docteur Fontaine-Atgier a présenté deux nouvelles piles primaires fort intéressantes. Nous décrirons d'abord celle qui, sans prétendre à de bien nombreuses applications, vu sa faible force électromotrice, est particulièrement originale comme principe : la pile dite à *dépolarisation auto-mécanique par treillis de fer*.

Dans cette pile, à un seul électrolyte, l'auteur

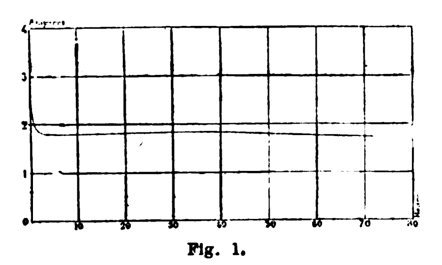


Fig. 1.

met en jeu les curieuses propriétés dépolarisantes des treillis ou toiles métalliques, propriétés qu'il découvrit en 1899 et que nous essaierons d'exposer brièvement.

Soit un couple zinc-fer, excité par une dissolution de soude caustique, dans lequel l'électrode insoluble est constituée par une longue bande de treillis de fer à mailles moyennes, enroulée ou repliée plusieurs fois sur elle-même, de manière à offrir une très grande surface sous une masse compacte autant que perméable.

Un couple monté de la sorte présente une force électromotrice d'environ 0,45 volt et une très faible résistance intérieure. Si on la met en circuit sur une résistance également faible comprenant un ampèremètre, on constate avec surprise que l'intensité du courant, après un coup de fouet de quelques minutes, se maintient aussi constante que s'il s'agissait d'un couple à dépolarisant chimique parfait.

Observant alors l'intérieur de l'élément, on aperçoit une multitude de bulles de gaz s'échapper de toute la masse du treillis et se porter, en bouillonnant, à la surface du liquide. Ce gaz n'est autre, évidemment, que l'hydrogène provenant de l'électrolyse et dont la rapide élimination par l'effet du treillis — effet purement mécanique, semble-t-il — assure la constance du couple.

En réalité, le rôle du treillis n'est pas aussi simple, attendu qu'il varie considérablement avec le métal employé. Si, en effet, dans la combinaison ci-dessus, on remplace le treillis de fer par un treillis de cuivre ou de laiton, de dimensions semblables, la force électromotrice est plus que doublée (0,95 volt), mais alors l'action dépolarisante, de même que le dégagement d'hydrogène est beaucoup moins énergique. Enfin cette action devient presque nulle avec un treillis en métal argenté (force électromotrice 1,25 volt), lequel ne semble plus guère intervenir dans la dépolarisation qu'en vertu de sa grande surface.

Sans insister davantage sur ce point à éclaircir, nous admettrons avec le docteur Fontaine que, parmi les métaux usuels susceptibles d'être employés comme treillis dépolarisants, le fer est de beaucoup le plus efficace.

On jugera de la constance propre à la pile à treillis de fer, par le diagramme ci-contre (fig. 1), extrait d'un certificat du Laboratoire central d'électricité, en date du 18 mars 1899. Il se rapporte à la décharge, sur 0,1 ohm, du premier type d'élément construit par M. Fontaine, et caractérisé par deux masses de treillis concentriques, avec zinc dans l'intervalle. L'élément était monté dans un récipient cylindrique en fer-blanc, et chargé avec une dissolution de soude à 36° Baumé, dite *lessive des savonniers*.

Voici les principales données de l'expérience :

Poids total de l'élément. . . .	6 kg
Poids du liquide (2 dm³). . .	2,60 kg
Surface de zinc utile, environ. .	8 dm²
Surface de treillis.	150 dm²
F. é. m. à circuit ouvert. . . .	0,50 volt
Différence de potentiel initiale. .	0,32
Différence de potentiel après le coup de fouet.	0,22
Résistance intérieure initiale. .	0,04 ohm

La courbe de décharge montre que l'intensité,

(1) Ces compteurs sont construits par la Société française A. E. G., rue Richer, à Paris.

partie de 3,3 ampères, s'est maintenue sensiblement constante pendant 72 heures, au régime moyen de près de 2 ampères. L'énergie correspondante a été de 130 ampères-heure (soit 30 watts-heure environ).

La consommation de zinc presque théorique n'a pas dépassé 1,25 gr par ampère-heure. D'après la charge de liquide, il est à supposer que l'élément aurait pu fournir encore 60 à 70 ampères-heure (soit environ 12 à 15 watts-heure), à un bon régime.

Signalons enfin que la résistance intérieure, déjà si minime au début (0,04 ohm), a graduellement diminué jusqu'à 0,02 ohm pendant les 20 premières heures de travail; elle n'a guère varié ensuite. Cette baisse notable de résistance résulte probablement de la formation du zincate de soude, très bon conducteur.

Nous donnerons maintenant la description du modèle de pile à treillis le plus récent, modèle pour batterie multiple, particulièrement destinée aux laboratoires et cabinets de physique.

La figure 2 représente l'élément tout monté, comprenant :

1° Un récipient rectangulaire R en fer-blanc, formant, avec le treillis décrit ci-après, le pôle positif. Le fond est muni d'un tube T, permettant de vider l'élément sans le démonter. Ce tube, en cuivre, est prolongé par un autre tube en caoutchouc qu'une pince P maintient ouvert ou fermé;

2° Une électrode en treillis de fer F, à mailles de 4 mm², fait d'une bande de 3 m de long sur 25 cm de large, repliée une douzaine de fois sur elle-même en spirale. La plaque ainsi formée (fig. 3) a environ 10 mm d'épaisseur; posée de champ dans le récipient, elle est en parfait contact avec celui-ci par un de ses bords et par une de ses faces latérales;

3° Une plaque de zinc amalgamé Z (fig. 4) pourvue sur ses deux faces de tubes isolateurs en verre *v v*. Deux crochets en fer blanc *c c*, qui vont se loger dans les encoches *e e* du récipient voisin, maintiennent le zinc suspendu dans son propre élément, à un ou deux cm du fond; en même temps, ils établissent la connexion.

Ce mode de montage est pratique à la condition, pour les éléments, d'être bien alignés et régulièrement espacés par une cloison isolante, telle qu'une feuille de carton. Pour monter une batterie de 12 éléments, par exemple, on les place, par rangées de 6, dans un casier en bois, à couvercle mobile. Sous chaque rangée est placé un bac en fer-blanc qui reçoit le liquide épuisé. Le tout constitue un meuble de 80 cm de haut et de 60 sur 40 cm de côté, aisément transportable.

Cette batterie, chargée avec la lessive de soude à 36° Baumé, à raison de 2 dm³ par élément, est susceptible de débiter 200 ampères-heure, au régime maximum de 4 à 5 ampères sous une tension de 3 à 4 volts, ce qui correspond à l'énergie d'environ 1 cheval-heure.

Le prix de revient approximatif de cette énergie peut se calculer ainsi, aux cours actuels :

12 × 2 dm³, soit 24 dm³ de lessive de soude, à 0,20 fr le dm³.	4,80 fr
12 × 200 × 1,25 gr, soit 3000 gr de zinc; poids à majorer de 1/3 pour déchet et main-d'œuvre des plaques, ce qui donne 4 kg de zinc laminé à 0,90 fr le kg	3,60 fr
Total, pour 1 cheval-heure. .	8,40 fr

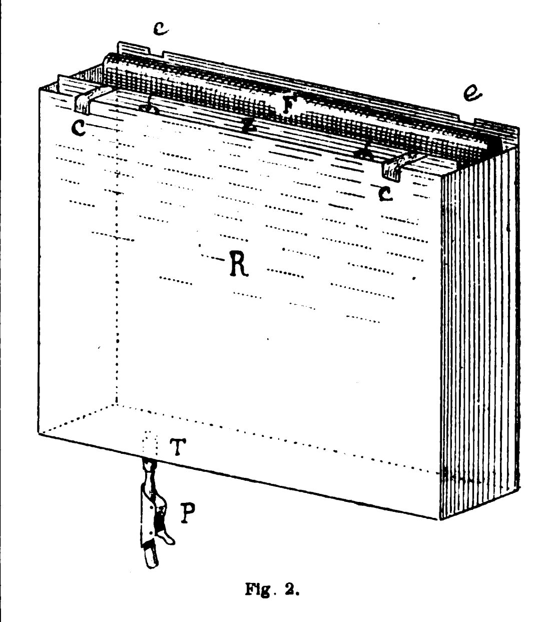


Fig. 2.

Prix évidemment excessif mais que peuvent faire accepter néanmoins, dans certains cas, la commodité de la pile, sa constance rigoureuse, son absence d'odeur et d'actions parasites, enfin la simplicité de ses manipulations.

Le second système présenté par M. Fontaine, sous le nom de *pile à double excitation*, est beaucoup plus industriel.

C'est un couple à deux liquides, appartenant au genre Bunsen, en ce qu'il emprunte à l'acide azotique ses remarquables facultés dépolarisantes. Au Bunsen il emprunte également sa disposition d'ensemble, mais là s'arrête l'analogie.

Dans le nouveau couple, en effet, l'excitateur

est, non pas l'eau acidulée sulfurique, mais une solution plus ou moins concentrée de soude caustique. La principale raison ayant engagé M. Fontaine à adopter cet excitateur, pour ses diverses piles, est que son action sur le zinc, très énergique à circuit fermé, se montre presque nulle à circuit ouvert et qu'il assure ainsi une excellente utilisation de l'électrode soluble, amalgamée ou non (1).

Du côté charbon, le couple Fontaine renferme, au lieu de l'acide azotique ordinaire du commerce, un mélange nitreux d'une composition spéciale non divulguée. Ce liquide, tout en partageant les propriétés oxydantes de l'acide azotique, se comporte bien différemment au point de vue des réactions secondaires. On sait que dans le couple Bunsen il se forme, en cours de travail, d'épaisses vapeurs rutilantes d'acide

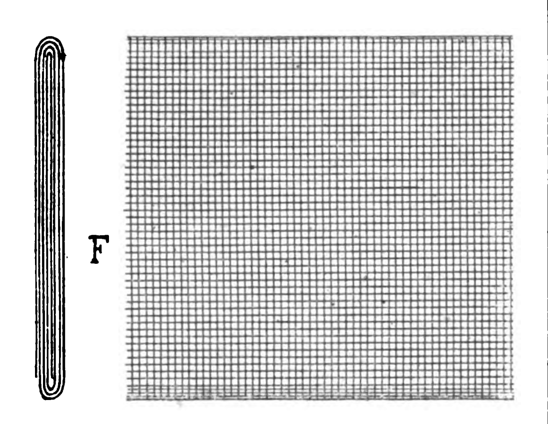


Fig. 3.

hypoazotique très malsaines. Dans le couple Fontaine, ces vapeurs, au fur et à mesure qu'elles se produisent, sont presque totalement transformées en ammoniaque, et le peu qui reste dans le vase poreux n'a aucune tendance à se répandre au dehors. Il suffit, en effet, d'un couvercle à peine assujetti sur l'élément pour obvier à tout dégagement nitreux. Quant à l'ammoniaque formée, elle tend à passer, par endosmose, du côté zinc où elle se dissout jusqu'à saturation.

D'après l'auteur, il se forme en même temps du zincate d'ammoniaque et du nitrate d'ammoniaque, ce qui justifierait bien sa théorie de l'excitation multiple.

De fait, la force électromotrice de ce couple, notablement plus élevée que celle du Bunsen, est de 2,30 à 2,35 volts avec des liquides de concentration moyenne. En concentrant davantage le mélange nitreux, on obtient jusqu'à 2,50 volts, c'est-à-dire une force électromotrice non atteinte, croyons-nous, par aucun autre couple primaire. Un seul couple Fontaine peut ainsi charger un accumulateur au plomb.

Dans ce couple, comme dans toutes les piles à deux liquides, la question du vase poreux est d'une grande importance. Les vases poreux ordinaires de commerce, en grès, kaolin ou autre matière céramique, ont pour inconvénient grave de n'être jamais identiques à eux-mêmes et par suite, de faire varier la résistance intérieure dans des limites considérables. On sait, en outre, que toutes les terres céramiques se détériorent très rapidement dans la soude. M. Fontaine a donc été conduit à créer un vase

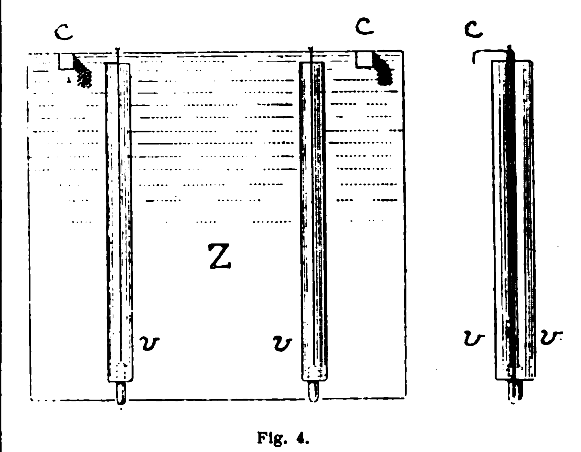


Fig. 4.

poreux spécial qui constitue l'un des côtés originaux de sa pile.

Ce vase est en trois parties :

1° Une carcasse centrale, en matière dure et inattaquable, telle que celluloïd ou ébonite, dont les parois sont percées de trous en nombre suffisant et de diamètre variable;

2° Une enveloppe en carton garnissant entièrement les parois extérieures de la carcasse et formant le diaphragme proprement dit;

3° Une seconde enveloppe en toile grossière qui sert à maintenir le carton.

Le fond du récipient ainsi formé est enduit d'un composé de gutta et de paraffine qui le rend parfaitement étanche.

Les avantages de ce système de vase poreux sont les suivants :

a. Il résiste mieux que tout autre à l'action corrosive de la soude;

b. En raison du foisonnement du carton dans la soude, la résistance du couple est très faible;

(1) L'expérience a même prouvé que, dans le couple à double excitation, l'amalgamation du zinc était plutôt nuisible.

c. Cette résistance, tout en restant faible, peut être *graduée*, d'après le nombre et le diamètre des trous pratiqués dans la carcasse. Pour les grands débits, les trous atteignent 1 et même 2 cm. Pour les faibles intensités, les ouvertures sont réduites, au besoin, à des trous d'épingle et les actions locales se trouvent alors réduites elles-mêmes à un minimum. Ainsi, pour chaque cas particulier, les conditions de résistance et d'endosmose sont susceptibles d'être réglées ;

d. Le système est économique, attendu que, seules, les enveloppes de carton et de toile sont à remplacer de temps à autre et que leur valeur est insignifiante ;

e. Enfin les vases poreux, très légers et nullement fragiles, permettent d'établir des batteries transportables de faible poids spécifique, surtout en les combinant avec des récipients extérieurs métalliques, en fer-blanc par exemple.

Donnons maintenant un aperçu de ce qu'on peut obtenir de cette pile, en citant l'une des nombreuses expériences faites à l'Exposition par le docteur Fontaine.

Deux éléments modèle de laboratoire, de 13 cm de diamètre et 20 cm de hauteur, chargés chacun avec 1 dm^3 de soude à 25 0/0 et 1/3 dm^3 de mélange nitreux *renforcé*, ayant été montés en tension sur un moteur-ventilateur d'environ 2 ohms de résistance, ont actionné cet appareil pendant 18 heures consécutives au régime moyen de 1,35 ampère sous 4 volts, soit 5,4 watts utiles. Entre le commencement et la fin de la décharge, la puissance n'a pas varié de plus de 15 0/0. L'énergie totale développée a été, en chiffres ronds, de 100 watts-heure, soit 50 watts-heure par élément.

D'après M. Fontaine, l'énergie de cette pile revient pratiquement à environ 0,55 fr l'hectowatt-heure, soit à moins de 4 fr le cheval-heure, dépense modérée pour un générateur hydro-électrique.

En résumé, la pile à double excitation possédant les qualités de la pile Bunsen sans en avoir la redoutable odeur (1) et présentant, au surplus, de réels avantages propres, paraît destinée à de très nombreux emplois.

A. Reynier.

(1) Rappelons qu'avant M. Fontaine, diverses solutions ont été proposées pour supprimer ou réduire l'odeur de la pile Bunsen, notamment par M. Sosnowsky et par M. le docteur d'Arsonval.

ESSAIS SUR LES LAMPES GENRE NERNST

MM. Nernst et Wild viennent de publier dans la *Zeitschrift für Elektrochimie* une série d'essais photométriques sur des corps incandescents composés d'oxydes de terres rares.

Les mesures étaient faites sur des baguettes de petit diamètre et prises dans la direction perpendiculaire; à l'axe de ces baguettes, l'intensité moyenne sphérique était déduite des essais en multipliant les chiffres obtenus par $\frac{\pi}{4}$.

Les corps essayés, chauffés dans une flamme, deviennent conducteurs entre 500° et 700°; leur conductibilité spécifique augmente très rapidement à mesure que la température s'élève; ainsi, elle passe de 0,003 pour 600° à 0,0064 pour 800°, 0,036 pour 1000° et 0,099 pour 1100°, c'est-à-dire qu'à 1100° elle est environ 300 fois supérieure à sa valeur pour la température de 600°.

Il est incontestable que cette grande variation de résistance est très préjudiciable à l'emploi de ces corps dans les lampes à incandescence, car il nous semble impossible de trouver un régulateur métallique du type de celui employé dans la lampe Nernst qui puisse présenter des variations comparables.

On sait que les filaments de carbone employés dans les lampes à incandescences actuelles n'ont subi à la température qui correspond à la consommation de 3 watts par bougie qu'une diminution de 50 0/0 de leur résistance à froid et ces filaments sont cependant encore très sensibles aux variations de voltage. Cette simple comparaison permet de se rendre compte de la sensibilité tout à fait exagérée que doivent présenter les filaments faits avec des oxydes de terres rares, malgré le régulateur dont nous parlions tout à l'heure, et cela d'autant plus que ce régulateur semble incapable, nous le répétons, de compenser les variations de résistivité du filament pour des écarts même très faibles dans le voltage aux bornes. Il semble en résulter que les filaments de cette nature sont dans un état d'équilibre très instable, que la moindre fluctuation peut rompre.

Les résultats des essais portent sur des échantillons de différents diamètres soumis à des courants de différentes intensités. Une baguette de 17 mm de long et de 0,32 mm de diamètre, traversée par des courants variant de 0,15 à 0,35 amp., a fourni la bougie pour une consommation variant entre 1,72 et 0,76 watt avec une durée moyenne de 180 h à la consommation de 1,35 watt par bougie (1,73 moyenne sphérique). Avec des baguettes de 30 mm de long et de 1,87 mm de diamètre, la consommation par bougie varie de 2,04 à 0,70 pour des courants compris entre 1,2 et 3,2 amp. La durée de ces baguettes est de 360 h au même

wattage par bougie que les baguettes précédentes.

Ces derniers résultats démontrent le peu d'intérêt que présente l'emploi de ces corps particuliers pour des lampes de faible puissance lumineuse, attendu que, dans ce cas, on doit employer des baguettes de très petit diamètre, dont la durée est très limitée et la consommation trop peu différente de celles des lampes à filaments de carbone. Ces dernières peuvent, en effet, atteindre une consommation à très peu près égale, si l'on se contente de la durée de 180 heures.

Il est probable que la plus grande durée des baguettes de grand diamètre est dû à une cause identique à celle qui rend les gros filaments de aux carbone supérieurs filaments fins, c'est-à-dire à une plus grande capacité calorifique qui leur permet d'amortir les petites oscillations du courant d'alimentation qui sont si préjudiciables à leur durée étant donné leurs énormes variations de conductibilité.

La conclusion que nous croyons pouvoir tirer de ces expériences est qu'en l'état actuel, les lampes genre Nernst à filaments électrolytiques ne semblent devoir présenter de l'intérêt que pour des puissances lumineuses supérieures à 100 bougies et à condition, bien entendu, d'être employées sur des réseaux dont la différence de potentiel ne varie pas sensiblement. Dans ce cas, en effet, les lampes de cette nature pourraient probablement remplacer avec avantage les lampes à arc de faible puissance lumineuse, et présenteraient l'avantage de pouvoir être montées directement sur des circuits à haut voltage.

A. Bainville.

NOUVELLE MÉTHODE

POUR LA

MESURE DE LA RÉSISTANCE DES GALVANOMÈTRES

M. Wm. S. Day propose dans la « Physical Review » une méthode nouvelle pour la mesure de la résistance des galvanomètres. Cette méthode présente quelque intérêt en raison de sa simplicité.

Une différence de potentiel V établie entre les bornes d'un galvanomètre détermine une déviation α. Si l'on établit une différence de potentiel double : 2V., on voit que, pour retrouver la même déviation α, il faudra mettre en série avec le galvanomètre une résistance précisément égale à sa propre résistance.

La difficulté consiste à réaliser une différence de potentiel double de la première. Mais on peut, à cet effet, utiliser la chute ohmique le long d'un fil homogène calibré parcouru par un courant constant. Ce dispositif est indiqué sur la figure ci-dessous où l'on met en série avec un semblable fil un accumulateur et un rhéostat.

Les bornes du galvanomètre sont reliées aux points P et Q_1. On constate la déviation α. On porte Q_1 en Q_2 tel que $Q_2 Q_1 = Q_1 P$ et on règle a de façon à retrouver la déviation précédente α. A ce moment

$a = g$, c'est-à-dire la résistance du galvanomètre.

On suppose dans cette mesure la résistance P Q_1 négligeable par rapport à g. Dans le cas où g est faible cette suppostion pourrait ne plus être exacte. Mais la méthode permet alors même un calcul rigoureux de g.

On joint successivement la seconde borne du galvanomètre aux points Q_1, Q_2, Q_3. Soient a et b les résistances en série qui, dans les positions

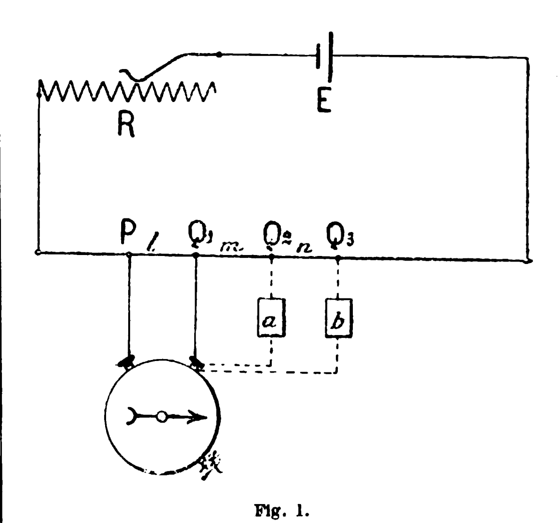


Fig. 1.

Q_2, Q_3, permettent de retrouver la déviation obtenue dans la position Q_1, soit ρ la résistance du fil par unité de longueur,

$$P Q_1 = l,\ Q_1 Q_2 = m,\ Q_2 Q_3 = n.$$

R est la résistance totale du circuit électrique, la portion Q_2 Q_3 exceptée. Le courant débité par l'accumulateur est dans les trois positions

$$I_1 = \frac{E}{R + (m+n)\rho + \frac{\rho l g}{\rho l + g}}$$

$$I_2 = \frac{E}{R + n\rho + \frac{\rho(l+m)(g+a)}{\rho(l+m)+g+a}}$$

$$I_3 = \frac{E}{R + \frac{\rho(l+m+n)(g+b)}{\rho(l+m+n)+g+b}}$$

Les fractions de courant qui passent dans le galvanomètre sont dans les trois cas :

$$i = \frac{\rho l}{\rho l + g} I_1 = \frac{\rho(l+m)}{\rho(l+m)+g+a} I_2 = \frac{\rho(l+m+n)}{\rho(l+m+n)+g+b} I_3$$

Remplaçant I_1, I_2, I_3 par leurs valeurs on a la double équation :

$$\frac{\rho l E}{(\rho l + g)[R+(m+n)\rho]+\rho l g} = \frac{\rho(l+m)E}{[\rho(l+m+n)+g+a](R+n\rho)+\rho(l+m)(g+a)} =$$

$$= \frac{\rho(l+m+n)E}{[\rho(l+m+n)+g+b]R+\rho(l+m+n)(g+b)}$$

Le facteur ρ E disparait et il vient finalement après élimination de R :

$$g = \frac{l[(l+m+n)(m+n)a - m(l+n)b]}{mn(m+n)}$$

Cette expression de g prend une forme particulièrement simple dans le cas où

$$l = m = n$$

Il vient alors :

$$g = 3a - b.$$

Cette méthode a donné d'excellents résultats. On le voit, elle exige un minimum d'appareils de mesure.

LATOUR.



LE NOUVEAU TABLEAU

DES QUANTITÉS PHYSIQUES

Dans son numéro du 5 janvier 1901, « The Electrical World » de New-York, donne une édition toute nouvelle du classique *tableau des symboles des quantités physiques et des abréviations d'unités*, tableau que tout électricien connait maintenant par cœur et dont il applique de son mieux les préceptes.

A la suite des décisions les plus récentes, y compris celles du Congrès international de 1900, le tableau des quantités physiques a subi quelques modifications et additions que signale notre confrère américain et que nous nous empressons de lui emprunter.

Relativement aux modifications, la *force magnétisante* et la *force magnétomotrice*, qui figuraient dans le groupe électromagnétique, ont été reportées dans la catégorie des quantités magnétiques.

Au point de vue des additions, les quantités physiques suivantes :

Fréquence — admittance — impédance — réactance — susceptance,

viennent compléter la liste des quantités électromagnétiques.

Le tableau ci-dessous est simplement extrait du tableau complet publié par le journal précité.

Comme l'on sait, les décisions du Congrès international ne sont que *recommandées* et, c'est aux savants et aux ingénieurs à leur donner force de loi en les acceptant et en s'y conformant.

SUPPLÉMENT AU TABLEAU DES SYMBOLES DES QUANTITÉS PHYSIQUES ET DES ABRÉVIATIONS D'UNITÉS (1)

Quantités physiques.	Symbole.	Équation de définition.	Dimensions des quantités physiques.	Nom de l'unité C. G. S.	Unité pratique.	Abréviation de l'unité pratique.
Fréquence.	n		Un nombre.			
Admittance.	Y	$Y = \frac{1}{Z}$	$L^{-1}T$ (1)		Mho	mho
Impédance.	Z	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	LT^{-1} (1)		Ohm	ohm
Réactance.	X	$X = 2\pi n L - \frac{1}{2\pi n C}$	LT^{-1} (1)		Ohm	ohm
Susceptance.	B	$B = \sqrt{Y^2 - G^2}$	$L^{-1}T$ (1)		Mho	mho

Les dimensions (1) sont celles d'une quantité vectorielle plane.
G est le symbole de la conductance.

M. A.

(1) Pour les autres quantités physiques déjà employées, consulter le tableau qui figure chaque année en tête du « Formulaire de l'Electricien » de M. E. Hospitalier.



LES PROGRÈS DE LA TÉLÉGRAPHIE

Il n'est pas sans intérêt de constater le développement considérable des relations télégraphiques qui existent dans les pays faisant partie de l'union des télégraphes depuis 1868 jusqu'à nos jours. C'est sur l'initiative du gouvernement français, qui organisa une conférence diplomatique à ce sujet en 1865 à Paris, que fut élaborée la première convention internationale, en 1868. Cette convention fut revisée à Vienne et aboutit à la création du bureau international de Berne.

Les statistiques suivantes montrent la progression croissante du nombre des états ainsi que des sociétés privées qui y ont adhéré depuis :

Années.	Etats.	Sociétés privées.	Etendue desservie en kil. carrés.	Nombre d'habitants desservis.
1868	24	8	29 689 566	281 714 139
1875	24	21	37 074 606	600 242 343
1880	32	22	49 786 813	675 925 332
1885	40	28	52 590 198	725 756 786
1890	43	28	55 808 596	773 625 509
1895	45	31	68 501 107	852 850 035
1900	46	33	62 096 471	866 500 000

Le tableau ci-après donne le développement des lignes télégraphiques et la longueur des fils qu'elles ont nécessité de 1868 à 1900, ainsi que la longueur des câbles sous-marins.

Années.	Longueur de ligne en km.	Longueur de fil en km.	Câbles sous-marins en km.
1868	218 000	520 000	16 407
1875	395 422	1 084 034	107 422
1880	564 900	1 560 621	139 272
1885	657 166	1 837 497	198 360
1890	811 184	2 254 341	237 515
1895	905 017	3 633 431	293 792
1900	1 000 000	4 300 000	335 000

Si l'on prend comme terme de comparaison la longueur du méridien terrestre, la longueur des lignes télégraphiques de l'union des télégraphes représente environ vingt-cinq fois le tour de la terre et la longueur de fil employé à la construction des ces lignes permettrait d'en faire plus de cent fois le tour ; la distance de la terre à la lune étant de 384 000 kilomètres environ, on voit de suite que la longueur de fil servant en 1900 à transmettre nos télégrammes représente plus de dix fois cette distance.

Nous terminerons cet exposé statistique par un tableau indiquant le nombre des agents employés à la transmission des dépêches, le nombre des appareils et le nombre des dépêches échangées pendant les années prises comme termes de comparaison.

Années.	Nombre d'employés.	Nombre d'appareils.	Nombre de dépêches.
1868	10 750	15 050	29 241 731
1875	27 032	43 394	81 598 369
1880	37 755	60 392	120 678 775
1885	51 069	87 837	166 357 351
1890	64 785	106 286	226 847 028
1895	79 677	153 445	287 464 816
1900	93 000	159 000	339 200 000

S.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 31 janvier.

Courants alternatifs, câbles et capacité. — L'Institution des ingénieurs électriciens a consacré deux séances à entendre un travail de M. W. Mordey sur ce sujet. Dans une introduction, l'orateur dit qu'il a essayé d'examiner quelques-uns des effets de la capacité électrostatique dans des câbles parcourus par des courants alternatifs. A certains points de vue, la capacité électrostatique dans les câbles est un avantage, mais en général dans un fonctionnement par courants alternatifs, elle est un sérieux inconvénient, car elle est principalement cause directement et indirectement d'une dépense d'énergie. M. Mordey pense que, pour les distributions à courants alternatifs sous très haute tension, et qui tendent actuellement à se généraliser, il est utile d'examiner cette question et, après avoir défini la capacité, l'auteur donne une idée pratique de ce qu'est un microfarad en fonction des volts, ampères et fréquences. Connaissant la force électromotrice et la fréquence, il est seulement nécessaire de déterminer l'intensité; ainsi la capacité $= \frac{\text{volts} \times \text{fréquence} \times 2\pi}{\text{ampères}} = \text{farads}$.
Si les mesures sont prises toujours avec les mêmes force électromotrice et fréquence, la graduation de l'ampèremètre doit se lire directement en microfarads. Afin de montrer comment la capacité doit être comptée en pratique, M. Mordey a dressé une table pour une longueur de câble donnée, ayant une capacité d'un microfarad. La capacité est directement proportionnelle à la tension et à la fréquence. Les watts apparents, ou les ampères multipliés par les volts sont proportionnels au carré de la tension pour une fréquence donnée. Il déduit des chiffres cités que la grandeur de l'effet de capacité est considérable à des hautes tensions, et ne doit pas être négligée, même pour des tensions faibles ou modérées. L'auteur a fait ensuite des essais sur la perte dans le diélectrique à une station d'électricité de Londres; il opérait sur un câble de 5,5 milles de longueur, concentrique, isolé à la gutta, et qui était destiné à un courant à 6000 volts, fréquence 50; il trouva que la perte était environ de 0,23 watt par 0,30 c de câble. Pour donner une échelle de ces pertes, M. Mordey a dressé une table détaillée comprenant des tensions allant de 2000 à 7500 volts, cinq différentes grandeurs commerciales de câbles concentriques et déterminant les pertes du diélectrique, et les pertes équivalentes du cuivre. Ces tables montrent que si les différentes grandeurs de câbles, construits pour fonctionner avec sécurité à une tension donnée, ont des capacités qui ne diminuent pas beaucoup proportionnellement à la taille, la perte dans le diélectrique des petits câbles est très considérable. Dans ces cinq modèles essayés, la section augmentait dans la proportion de 1 à 7 tandis que la capacité allait seulement de 1 à 2,28. Le conférencier examine ensuite différents détails intéressants; il décrit également les appareils et leur montage dans les expériences ci-dessus indiquées, mais ces détails sont trop étendus pour qu'il nous soit possible même de les résumer dans ces colonnes.

***

L'aluminium et ses applications. — Dans la discussion qui a suivi la conférence faite par M. Kershaw, et que nous avons relatée dans nos dernières notes, M. Gavey, l'ingénieur en chef du Post-Office, déclare que, il y a environ un an, l'administration du Post-Office avait examiné la possibilité d'employer l'aluminium comme conducteur, mais qu'elle avait été arrêtée dans ses projets par la difficulté d'obtenir un joint et une soudure convenables; dans la suite, on a cependant réussi à faire des expériences avec des fils de grandes longueurs; on avait même établi une ligne de 20 milles, mais il se produisit au bout de seulement quinze jours un grand nombre de ruptures que l'on n'avait pu prévoir d'aucune manière. D'ailleurs cette expérience a été confirmée par un essai analogue réalisé par la Compagnie des télégraphes et des téléphones du Pacifique qui avait établi une ligne en fil d'aluminium; des ruptures se produisirent également. M. Swinburne déclare ensuite qu'il ne peut partager l'avis de M. Kershaw parce qu'il pense que l'aluminium ne sera jamais adopté que comme conducteur isolé; il croit au contraire que dans un avenir très prochain l'aluminium rendra de grands services dans la fabrication des câbles isolés pour les importantes installations électriques.

***

Les ingénieurs électriciens municipaux en Angleterre. — Un exemple des plus frappants qui montre bien la position difficile qu'ont souvent à supporter les ingénieurs électriciens municipaux vient de se produire tout récemment. M. Francis Teague, qui occupait cette situation à Paisley, a eu à lutter d'une manière incroyable avec la commission d'éclairage électrique de laquelle il dépendait. Un des membres du Comité l'accusa de refuser une demande d'abonnement à un consommateur sous prétexte que ce dernier ne consentait pas à l'installation d'une certaine forme de lampe dans la fabrication de laquelle M. Teague devait être certainement intéressé personnellement. M. Teague, furieux de cette allégation, porta l'affaire devant les tribunaux qui condamnèrent le membre susdit de la commission à une amende de 100 livres pour calomnie. L'affaire est en elle-même très malheureuse, et il est à souhaiter que son dénouement serve de leçon aux commissions municipales d'Angleterre, et leur prouve qu'il ne faut pas se jouer comme à plaisir de la réputation des ingénieurs électriciens. Si en effet la chose se renouvelait, elle pourrait bien décourager les ingénieurs et les exciter à se relâcher de leurs devoirs.

***

L'éclairage électrique en Angleterre. — Une nouvelle station génératrice d'électricité vient d'être inaugurée par la corporation de Peterborough. Actuellement, se trouvent en service deux chaudières de 9 m sur 2,15 m du type Lancashire



avec économiseurs Green, une pompe d'alimentation Tangye à double effet et une autre du même modèle à triple effet; cette dernière est actionnée par un moteur électrique à quatre pôles. Deux moteurs à vapeur Willans, compound à triple manivelle, sont accouplés à des dynamos Byng-Hawkins. Chacun de ces groupes donne 150 ampères sous 400 et 460 volts à une vitesse de 460 révolutions. Un survolteur également composé de deux machines à quatre pôles accouplées ensemble donne 50 ampères sous 220 volts chacune, et deux autres survolteurs de 60 ampères sous 80 volts, le tout tournant à 970 révolutions par minute, servent à charger une batterie d'accumulateurs. Le tableau de distribution comprend trois panneaux pouvant desservir cinq feeders, cinq dynamos, les égaliseurs-survolteurs et la batterie composée de 240 éléments Pritchetts et Gold. Les câbles et canalisations sortent de la manufacture Callender, le tableau a été fourni par la maison Crompton et le reste du matériel électrique par la General Electric Company. M. Gill est l'ingénieur en chef de la ville.

Une nouvelle concernant les affaires d'électricité de Manchester dont nous avons récemment parlé, est relative à la décision du Conseil de la ville qui vient de voter définitivement une somme supplémentaire de 500 000 livres, de manière à pouvoir faire face à l'installation de l'éclairage électrique dans les nouveaux districts et l'établissement du matériel nécessaire à l'alimentation des tramways; on espère que ces installations se feront dans un délai trés rapproché. Le professeur Alexandre Kennedy, ingénieur-expert, qui a été nommé pour la surveillance de cette entreprise, se charge de surmonter les nombreuses difficultés qui surgiront certainement et demande la nomination de nouveaux ingénieurs supplémentaires.

La corporation de Liverpool juge nécessaire de consacrer de nouveaux capitaux aux extensions de l'éclairage électrique et vote à cet effet 300 000 livres.

Le corporation de Cheltenham agrandit sa station afin de pouvoir fournir de l'énergie à un réseau de tramways et à augmenter l'éclairage public; soit une dépense d'environ 25 000 livres.

Kingston-sur-Tamise, augmente ses dépenses en électricité de 19 000 livres; Darwen y consacre 13 000 livres; Yarmouth vote 27 000 livres pour l'éclairage public et les tramways électriques; Stafford dépense 10 000 livres pour son éclairage électrique, Brighton 13 000; Wigan 16 500 livres et plusieurs autres villes d'Angleterre suivent ces nombreux exemples et procèdent à d'importantes extensions en présence des demandes toujours croissantes.

***

L'Institution des ingénieurs-électriciens de Londres. — Une succursale de cette Société vient d'être fondée à Birmingham, sous la présidence du Dr Oliver Lodge; le discours d'ouverture va être prochainement prononcé.

***

Télémètre télautographique. — Pendant la guerre hispano-américaine, les cuirassés de l'escadre des Etats-Unis se sont servis, ou plus exactement ont voulu se servir de télémètres électriques, système Fiske; malheureusement, ces appareils fort ingénieux mais très délicats n'ont jamais pu donner des indications exactes. Leur fonctionnement peut encore se comprendre à terre, sur des emplacements fixes et solides, mais en mer, avec le tir des pièces à proximité, il ne faut plus compter sur des renseignements même approximatifs. Nos lecteurs doivent se rappeler que le principe de ces télémètres (1) repose sur l'emploi de deux rhéostats et d'un pont de Wheatstone; lorsque les lunettes viseurs sont déplacés ils font varier les résistances du circuit et mouvoir proportionnellement des indications sur un cadran gradué. On a ensuite préconisé le télémètre dit à dépression de M. Lewis, mais sans plus de succès, surtout pour un service à la mer. Enfin on vient d'expérimenter en Italie un télémètre à transmission électrique qui, parait-il, fait merveille. Il y a comme toujours trois appareils distincts, deux chercheurs et un indicateur placé près des pièces qui indique à chaque instant et automatiquement le pointage en hauteur et en direction, ainsi que les divers commandements nécessaires tels que *attention*, *chargez*, etc... La transmission électrique s'effectue au moyen d'une sorte de télautographe du genre Gray ou Richtie, tel que celui qui a été décrit récemment dans l'*Electricien* (2). Bien entendu les indicateurs peuvent être aussi nombreux qu'on le désire; il y en aura un pour chaque pièce, de manière à renseigner le servant sur les manœuvres à faire. Les journaux américains sont sobres de détails techniques et n'en disent pas plus long sur la description des appareils; il faut croire cependant que ces télémètres existent puisque l'on assure que l'Italie et le Japon vont les adopter pour leurs marines de guerre et leurs batteries de côte.

D.

NÉCROLOGIE

Elisah Gray.

Le professeur Elisah Gray est mort subitement d'une affection cardiaque à Newtonville (Massasuchetts), dans la matinée du 21 janvier. Il était né en 1836, et à l'âge de quatorze ans rien ne faisait encore prévoir son brillant avenir scientifique, car il était simple apprenti forgeron dans l'Ohio; puis il s'éleva de plusieurs degrés dans l'échelle des situations et devint constructeur de navires. Enfin il s'adonna entièrement à la science et l'on sait avec quel succès, car si Graham Bell fut l'inventeur du téléphone, on doit se rappeler qu'il ne s'en fallut que de bien peu pour que son nom fut remplacé par celui d'Elisah Gray, puisque les deux brevets presque identiques furent pris à deux heures de distance seulement. Le nom de Gray rappelle encore un télégraphe imprimeur, un répétiteur télégraphique, le télautographe et enfin un

(1) Voir l'*Electricien*, 1895, 2e semestre, p. 8.
(2) *Ibid.*, no 526, p. 61.



système de téléphonie sous-marine qui a été sa dernière conception; c'est une grande perte que font les Etats-Unis, car Elisah Gray, depuis le commencement de l'histoire de l'électricité était une de leurs illustrations les plus marquantes.

D.

CHRONIQUE

Société française de physique.

SÉANCE DU 18 JANVIER 1901. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz*, par M. E. Bouty. — M. Bouty a annoncé qu'un gaz, contenu dans une enveloppe de verre et placé dans un champ électrostatique, se comporte comme un diélectrique parfait tant que le champ n'a pas atteint une certaine limite *y*, au-dessus de laquelle le gaz cède et livre passage à de l'électricité comme le ferait un conducteur métallique de forme et de volume identiques.

L'objet de sa communication actuelle est, en premier lieu, de montrer la généralité de ce résultat. M. Bouty a opéré sur cinq gaz ou mélanges de gaz et sur une quinzaine de vapeurs, telles que vapeurs d'alcools, d'éthers simples ou composés, de sulfure de carbone, de benzine et même vapeur d'eau. C'est un préjugé assez répandu de croire que la vapeur d'eau est conductrice. Elle est parfaitement isolante et, si elle parait conduire dans les conditions ordinaires, cela tient exclusivement à ce que les corps solides, et le verre en particulier, se recouvrent à l'air humide, d'une buée conductrice. Or, celle-ci disparait, à l'intérieur des récipients de verre employés par M. Bouty, dès que la pression tombe au quart, par exemple, de la pression de saturation. Pour des pressions plus faibles, les mesures des champs critiques *y* ne présentent aucune difficulté.

Quand la pression est supérieure à quelques millimètres de mercure, les champs critiques *y*, pour tous les gaz ou vapeurs étudiés par M. Bouty, sont représentés par des fonctions linéaires de la pression. Or, on sait que, pour une distance explosive invariable, la différence de potentiel nécessaire pour produire une étincelle dans un gaz, entre des électrodes à peu près planes (et, par conséquent, aussi le champ explosif), est une fonction linéaire de la pression Il y avait intérêt à comparer les champs critiques dans les tubes sans électrodes aux champs explosifs correspondants. Cette comparaison a pu être faite, d'une façon au moins approchée, en utilisant des nombres relatifs aux champs explosifs dans l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique, publiés en Allemagne par M. Max Wolf. Pour l'hydrogène en particulier, M. Bouty trouve une coincidence presque parfaite, du terme qui dépend de la pression, tandis que, pour le terme indépendant, il trouve un nombre quarante fois plus faible, en nombres ronds, que le nombre de M. Wolf.

De là, il parait légitime de conclure que le terme constant se rapporte principalement à l'effet propre des électrodes, lesquelles interviennent d'une façon certainement très importante dans le phénomène de la décharge explosive. Le terme proportionnel à la pression mesurerait l'effet propre du gaz. Le faible terme constant qui persiste dans les expériences de M. Bouty se rapporte sans doute à l'effet du verre, qui, très faible par rapport à celui d'électrodes métalliques, ne serait cependant pas nul.

A des pressions suffisamment basses, le champ critique *y*, au lieu de continuer à décroître avec la pression, passe par un minimum, puis croit indéfiniment, à peu près en raison inverse du carré de la pression.

On parvient à représenter les champs critiques *y*, avec une précision du même ordre que celle des expériences, à l'aide d'une formule à quatre constantes que l'on obtient en considérant le champ critique comme l'ordonnée d'une courbe formée par l'addition des ordonnées d'une hyperbole du second degré et d'une hyperbole cubique. L'hyperbole du second degré a son sommet sur l'axe des *y*, et son asymptote inclinée, à laquelle elle se réduit souvent, donne la fonction linéaire relative aux hautes pressions. L'hyperbole cubique est asymptote aux deux axes et sa branche asymptote à l'axe des *y* représente les champs critiques pour de très faibles valeurs de la pression.

A une observation de M. Villard relative à ce qui se passe aux pressions très basses des tubes de Crookes, M. Bouty répond qu'il n'a jamais eu à opérer à des pressions aussi faibles. Limité par la batterie d'accumulateurs dont il dispose et qui, actuellement, ne dépasse pas 6500 volts, il n'a guère exécuté de mesures au dessous de 1 cinquantième de millimètre de mercure, tandis que dans les tubes de Crookes, la pression est de l'ordre du millième de millimètre.

M. P. Villard rappelle que les remarques faites par M. Bouty sur la conductance des liquides tels que l'huile ou la benzine, généralement considérés comme des isolants parfaits, lui ont permis d'interpréter correctement des expériences singulières faites par M. Jaumann, expériences qui conduisaient à des conclusions en désaccord complet avec ce que l'on sait sur les rayons cathodiques.

M. P. Villard décrit ensuite sommairement les phénomènes qui se produisent quand la cohésion diélectrique d'un gaz est vaincue. Soit, par exemple, une ampoule de Crookes actionnée par une machine statique munie de condensateurs : le faisceau cathodique convenablement diaphragmé est reçu dans un champ tournant, ce qui permet d'analyser la décharge et d'observer la déviation magnétique instantanée. A partir d'une certaine valeur de la différence de potentiel, les rayons apparaissent; le débit augmente avec cette différence : si l'on arrête la machine, l'émission s'arrête bientôt, et le condensateur reste chargé. La cohésion s'est rétablie d'elle-même et cette décharge est comparable à l'aigrette qui se produit entre les boules d'un excitateur, quand elles sont éloignées au delà de la distance explosive.

Si l'on faisait croître la différence de potentiel, il arrive un moment où la rupture du diélectrique gazeux devient brusquement complète; le condensateur se décharge totalement dans l'ampoule avec un bruit sec. Cette décharge a une durée appré-

ciable et détermine une émission abondante de rayons plus déviés, donc moins rapides que précédemment. La déviation augmente avec la capacité : quand celle-ci atteint plusieurs mètres, les rayons n'excitent plus la fluorescence du verre, et l'on observe seulement l'illumination en masse du gaz. c'est-à-dire le phénomène de Geissler.

Ainsi, au moins pour les tubes à électrodes, il y a deux valeurs critiques de la différence de potentiel. La première correspond à une rupture réparable du diélectrique : la décharge est alors analogue à l'aigrette; la seconde détermine une rupture complète, comme dans le cas de l'étiquette explosive ordinaire. Il semble que ce soit cette deuxième valeur du champ critique qu'on observe dans les tubes sans électrodes où l'annulation du champ par la décharge est complète.

-∞-

Téléphonie sous-marine.

Si l'on prend le mot *téléphonie* dans sa signification littérale, les exemples de téléphonie sous-marine sont nombreux, depuis la fameuse expérience de Colladon, sur le lac de Genève, pour déterminer la vitesse du son dans l'eau, expérience qui n'est autre que de la téléphonie sans conducteurs. Mais si nous comprenons au contraire le mot *téléphonie* suivant l'usage actuel, on ne compte que quelques essais assez rares et dont les résultats pratiques ont été pour ainsi dire négatifs; ces essais avaient en général eu pour but d'avertir un cuirassé de l'approche d'un torpilleur et comprenait uniquement un microphone immergé qui était influencé par les divers bruits éloignés se propageant dans l'eau On nous annonce d'Amérique que le professeur Elisah Gray, qui vient de mourir inopinément le 21 janvier dernier, mettait justement la dernière main à un ensemble d'appareils destinés à établir des communications téléphoniques entre deux points mobiles ou fixes par des ondes sous-marines. Pour cela il faisait usage d'une cloche immergée et actionnée electriquement; cette cloche pouvait être reliée à un navire ou fixée à une bouée, et elle sonne un nombre déterminé de coups conventionnels représentant des phases. Pour recueillir à distance les ondes sonores émises, le professeur Gray, avec le concours de M. Arthur Mundy, avait imaginé plusieurs sortes de récepteurs diversement actionnés; pour de petites distances c'étaient de simples pavillons de trompe fermés par un mince diaphragme; pour les grandes distances, les inventeurs avaient conçu un récepteur électrique à l'aide duquel les sons de la cloche pouvaient, parait-il, être perçus jusqu'à douze milles; ce récepteur électrique comprenait une sorte de boite microphonique immergée et reliée sur le pont du navire, par exemple, à un gong dont le marteau frappait alors symétriquement avec celui de la cloche transmettrice. Si la nouvelle des expériences réalisées se confirme, on aurait là, peut-être, l'appareil pratique pour correspondre en mer et éviter les collisions, ce problème si important à résoudre et non encore résolu. — D.

-∞-

Le chauffage électrique des voitures de tramways.

Le chauffage des voitures de tramways a été, jusqu'à ce jour, très incomplet et fort coûteux. Il semble que le chauffage électrique, appliqué judicieusement, donnera des résultats pratiques satisfaisants. Il a été dit au Congrès international des tramways que la plupart des compagnies de tramways reculent devant les dépenses à faire ou les inconvénients inhérents aux systèmes connus : eau chaude, vapeur. Le chauffage électrique produit au moyen de résistances placées le long des parois verticales des banquettes coûte cher, et a l'inconvénient de ne pas réchauffer les pieds du voyageur, mais seulement ses mollets.

On voit donc qu'il y a place à un essai, et nous signalerons le procédé de chauflage électrique système Parvillée, déjà appliquée à la cuisine électrique.

Les chaufferettes qui étaient exposées à la classe 27 se composent de petites boites plates en tôle galvanisée : leur largeur est de 25 cm, leur longueur de 15 cm, et leur épaisseur de 1,5 cm. Ces dimensions réduites permettent d'encastrer ces chaufferettes dans le plancher. Elles contiennent une série de résistances système Parvillée, montées par 4 en séries sur une dérivation prise sur le circuit à 500 volts.

Elles développent une température qui, mesurée à la surface supérieure, est de 70° C avec une consommation moyenne de 20 watts.

Les frais d'installation de ce système do chaufferette serait de 7 fr par appareil : pour un tramway contenant 20 places assises, la dépense serait de 140 fr, en y ajoutant la pose des fils de dérivation et diverses fournitures, soit 40 fr environ, on arrive à une dépense de 180 fr par tramway.

En supposant que le kilowatt soit compté à 0,10 fr, ce qui est assez cher pour une installation semblable, on aurait une dépense d'exploitation journalière, pour 16 heures de travail :

$$20 \times 20 \times 16 \times 0,0001 = 0,64 \text{ fr.}$$

En prenant le prix de 0,06 le kilowatt-heure, qui peut être facilement obtenu dans une station centrale de capacité importante, on a une dépense de :

$$20 \times 20 \times 16 \times 0,00006 = 0,384 \text{ fr.}$$

Ce système mérite d'appeler l'attention des compagnies de tramways, qui donneraient ainsi satisfaction au public. En effet, chaque voyageur aurait sa chaufferette placée directement sous ses pieds; il n'aurait pas besoin d'allonger les jambes et de partager sa chaufferette avec son vis-à-vis, comme cela se pratique actuellement : le voyageur aura réalisé cet idéal d'avoir fait le trajet sans avoir eu froid aux pieds. De plus, comme la chaufferette occupe un espace restreint, il pourra placer les pieds à côté, sans gêner personne.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

CHARIOT ÉLECTRIQUE

DE LA RAFFINERIE SAY

La raffinerie Say, après s'être livrée à une étude approfondie des différents procédés de traction automobile pour effectuer le transport de ses produits aux diverges gares de Paris, a adopté finalement, à titre d'essai, la traction électrique. Cette solution, pour provisoire qu'elle soit, est intéressante à plusieurs points de vue; d'abord, parce que, jusqu'ici, aucun essai aussi important n'avait encore été tenté; ensuite, parce qu'elle pourra permettre de se rendre compte de l'endurance des moteurs et des accumulateurs dans un service aussi pénible que celui qui consiste à transporter de lourdes charges; enfin, parce qu'elle résulte d'une sélection judicieusement conduite.

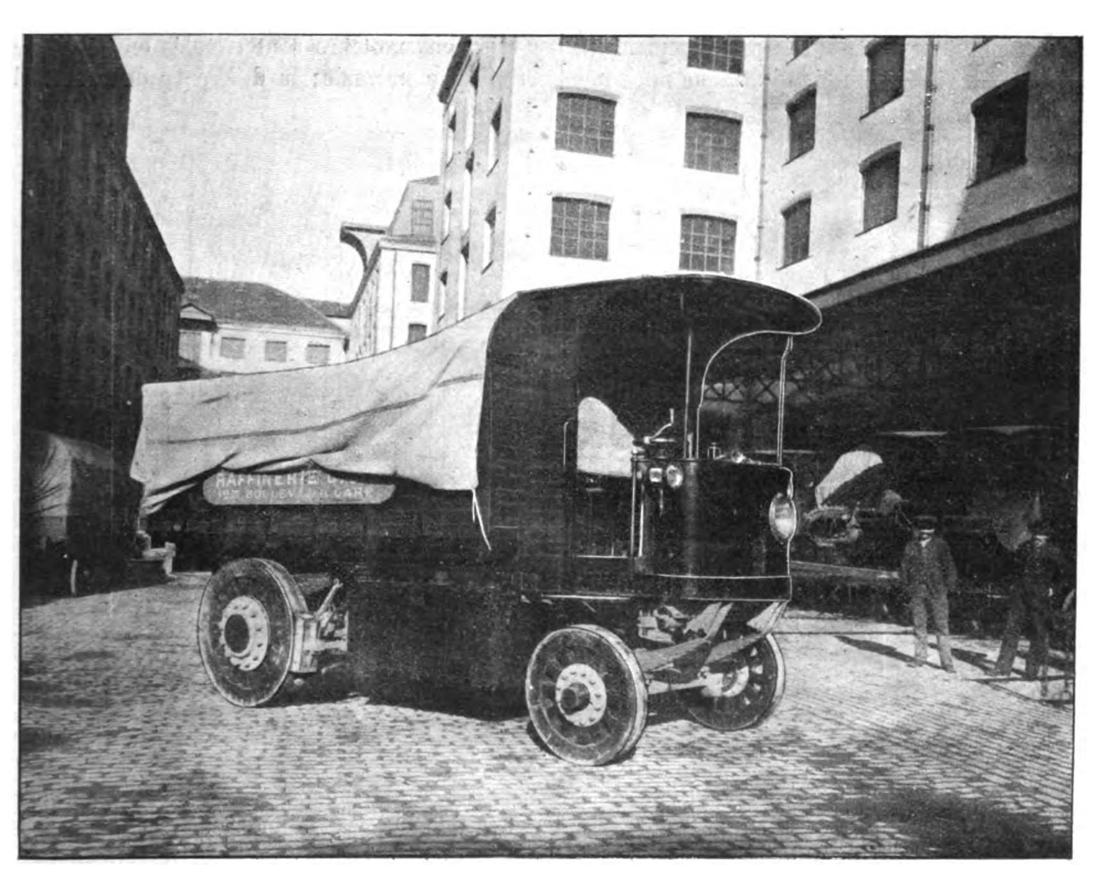


Fig. 1. — Chariot électrique de la raffinerie Say.

A vrai dire, les raisons qui ont fait adopter ce genre de traction sont peut-être dues à des conditions particulières. On a en vue, croyons-nous, l'utilisation des chaleurs perdues à la charge des batteries d'accumulateurs; mais il n'en est pas moins vrai qu'une étude sérieuse a dû démontrer que ce mode de traction était praticable pour que les essais en aient été tentés.

Le premier chariot, dont la raffinerie Say a confié la construction à la Société des établissements Postel-Vinay, est en service depuis quelque temps déjà et donne jusqu'ici des résultats satisfaisants.

Ce chariot pèse, à vide, 12 tonnes et sa charge utile est de 10 tonnes.

La batterie d'accumulateurs destinée à fournir l'énergie électrique nécessaire comporte 84 éléments Phœnix pesant ensemble 2500 kg; cette batterie représente 50 kw-heure disponibles.

Les roues d'arrière sont motrices et le train d'avant directeur.

Le train moteur (fig. 6 et 7) forme un ensemble qui est suspendu au châssis par un double ressort et sur lequel viennent se fixer les ressorts de la voiture.

Ce train moteur comporte les deux roues d'arrière ayant chacune leur essieu, les paliers et les



engrenages servant à réduire la vitesse. Les deux roues sont mécaniquement indépendantes. Chacune d'elles est attaquée par un moteur-série par l'intermédiaire d'un train d'engrenage; ces moteurs, étudiés spécialement de façon à réduire autant que possible l'intensité de courant nécessaire au démarrage et dans les rampes, développent normalement 10 chx et peuvent fournir 30 chx pendant quelques minutes par suite de l'augmentation considérable du couple moteur qui peut atteindre cinq fois sa valeur normale.

Chaque moteur porte sur le prolongement de son arbre un pignon denté qui attaque une roue portant un autre pignon; ce dernier actionne à son tour une autre roue montée sur l'essieu sur lequel est clavetée la roue de la voiture.

Les moteurs ont leurs axes horizontaux et disposés sur le prolongement l'un de l'autre; ils sont placés presque côte à côte vers le milieu et à l'arrière de la caisse de façon à pouvoir être facilement visités tout en étant moins exposés aux avaries.

Le poids de chaque moteur est de 450 kg et le poids total des trois moteurs, avec les freins, est de près de 4000 kg.

Les deux moteurs sont couplés en parallèle en marche normale; la différence de potentiel

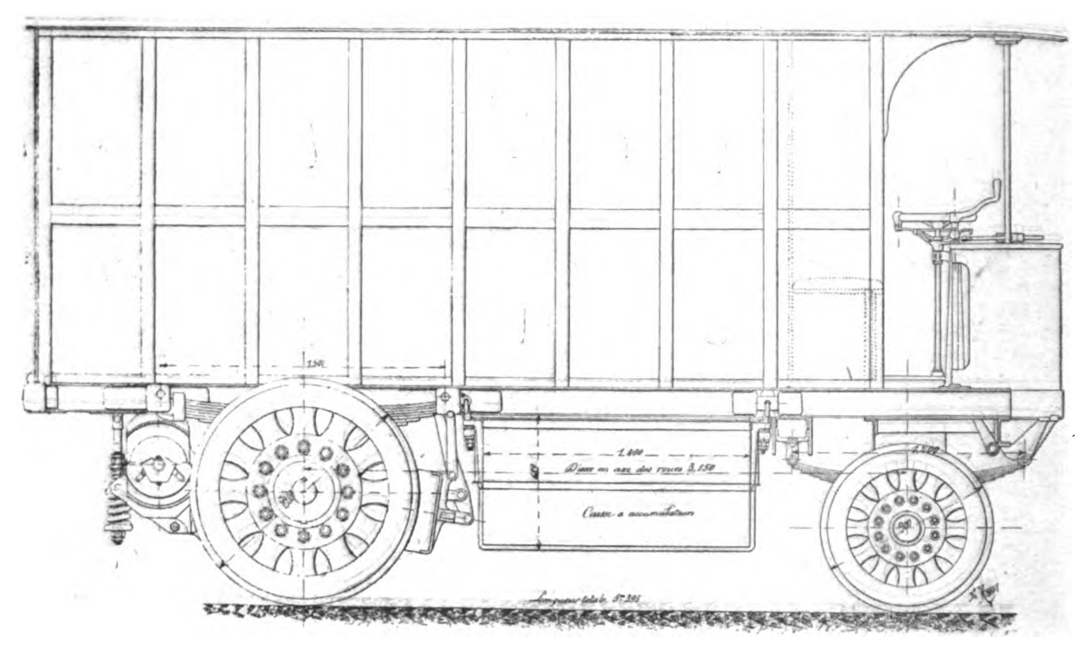


Fig. 2.

aux bornes est de 160 volts en moyenne. En rampe et au démarrage, le couplage se fait en série.

En palier, sur le pavé, l'intensité locale nécessaire pour actionner la voiture avec sa charge de 10 tonnes est d'environ 90 ampères, soit 45 ampères par moteur.

La vitesse de la voiture est alors de 8 km et les moteurs tournent à 800 tours environ par minute.

Sur une rampe à 8 0/0, l'intensité nécessaire atteint 240 ampères sous une différence de potentiel de 150 volts aux bornes des moteurs pour une vitesse de 4,500 km.

Aux démarrages, l'intensité varie beaucoup; cependant en palier et sur du pavé ordinaire, elle est en moyenne de 100 ampères avec les moteurs couplés en série.

Les démarrages se font sur résistances de même que le passage de la petite vitesse à la vitesse normale.

La consommation électrique du chariot, relevée pendant les essais du dernier concours de poids lourds sur l'itinéraire très accidenté choisi pour ce concours, a été en moyenne de 88 watts-heure par tonne-kilomètre.

La direction est desservie par un servo-moteur électrique d'une puissance de 3 chx.

Il y a trois freinages, l'un que l'on obtient par mise en court-circuit des induits, l'autre qui consiste en un frein magnétique très puissant actionné par une dérivation prise sur la batterie et le troisième par un frein à friction sur le bandage des roues d'arrière.

La figure 1 représente une vue d'ensemble du chariot.



Les dimensions d'encombrement de ce chariot sont les suivantes :

La longueur totale est de 5,395 m, la largeur totale de 2,50 m, la hauteur du sol au toit de 3,25 m. La voie est de 2,15 m sur les roues d'arrière et de 1,88 m sur les roues d'avant. La distance entre les 2 paires de roues de 3,10 m. La hauteur du châssis au dessus du sol de

Fig. 3.

1,10 m; les roues d'arrière ont un diamètre de 120 cm, celles d'avant de 90 cm.

Le dessin (fig. 2) est une vue en élévation ; on voit sur ce dessin la caisse qui contient la batterie d'accumulateurs. Comme on peut s'en rendre compte, cette caisse est suspendue sous le châssis de la voiture, entre les deux paires de roues par des crochets portant sur leur extrémité filetée des rondelles épaisses de caoutchouc retenues par des écrous. Ces crochets s'engagent dans des oreilles fixées au châssis de la voiture et les tiges filetées pénètrent dans des trous ménagés sur une cornière qui fait partie de la caisse de groupement de la batterie,



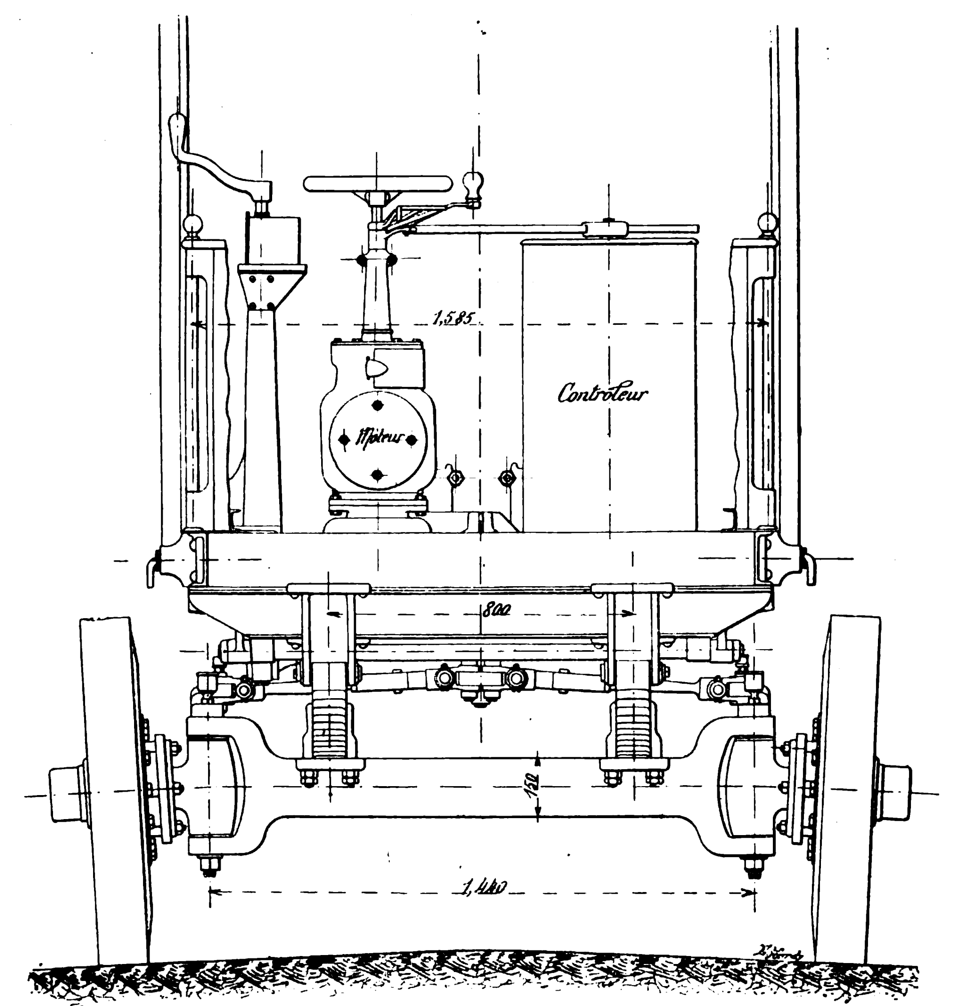


Fig. 4.

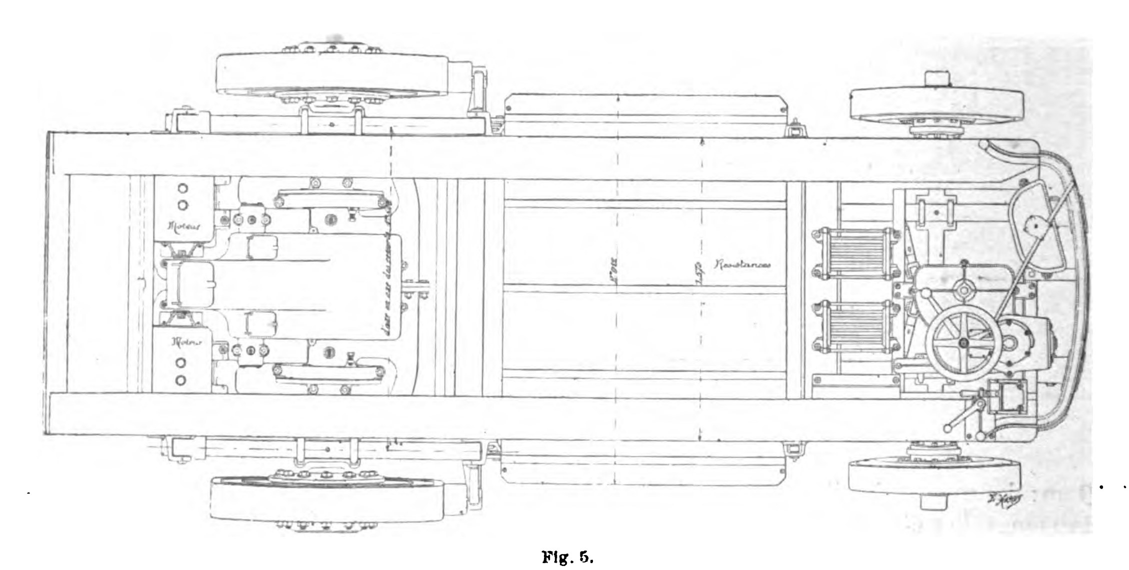


Fig. 5.

Ce montage permet d'amortir légèrement les chocs et rend facile l'enlèvement de cette caisse.

Les dimensions de cette caisse sont les suivantes : hauteur 0,65 m, longueur 1,40 m, largeur, 2 m.

A l'arrière de la voiture, sur ce même dessin,

on voit le ressort double dont nous avons parlé plus haut et qui a pour objet de soustraire le train moteur de l'arrière aux trépidations violentes. A cet effet, celui-ci repose sur le ressort inférieur qui peut résister à une pression de 4000 kg, tandis que le ressort supérieur, calculé pour fléchir sous un effort de 1000 kg, amortit les oscillations causées par les compressions et les dilatations du premier sous l'action des chocs subis par les roues du train moteur. L

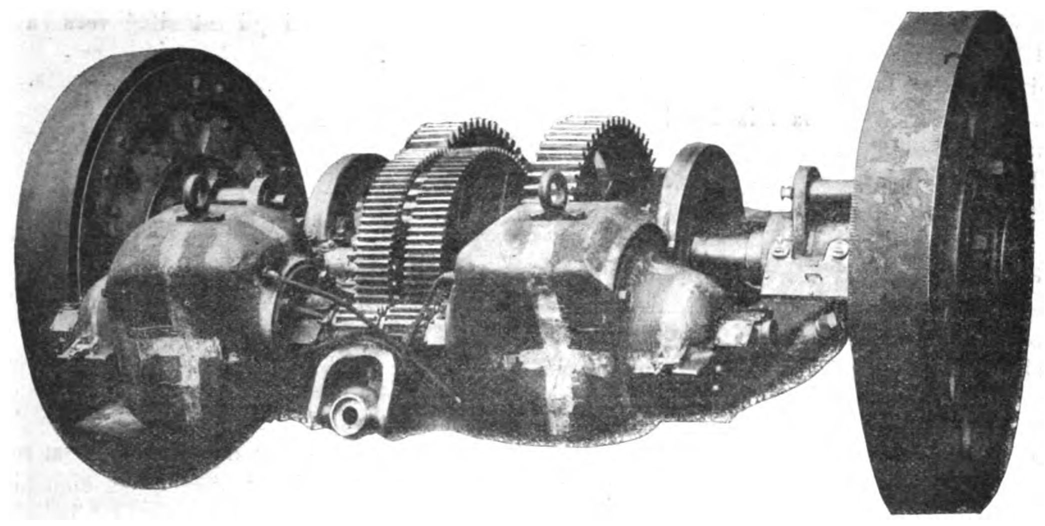


Fig. 6.

petit ressort a aussi pour but de s'opposer au couple de torsion qui tend à soulever l'arrière-train.

Le frein ordinaire qui agit par friction de son sabot sur le bandage des roues motrices est manœuvré par une manette placée à l'avant; on le voit sur la figure 2. Ce frein peut exercer sur la jante une pression de 2000 kg; l'effort

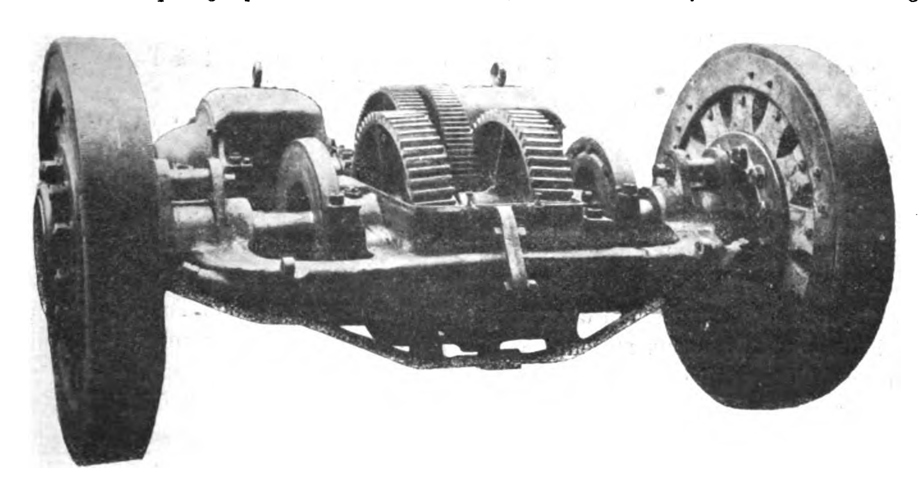


Fig. 7.

de traction sur la tige de commande attachée au grand bras du levier qui actionne le sabot est de 610 kg au maximum.

La figure 3 est une vue en élévation de l'arrière du chariot qui montre la disposition des moteurs.

L'inclinaison des fusées des roues motrices est d'environ 4 0/0.

La figure 4 est une vue en élévation de l'avant sur laquelle on voit : à droite, le combinateur manœuvré par une tige qui est reliée à une bague commandée par une manette spéciale; cette bague est montée sur la tige du volant qui est sur la gauche. La manette du combinateur se meut sur un secteur où sont repérées les diverses dispositions correspondantes du combinateur. Le volant sert à commander, par l'intermédiaire d'un servo-moteur électrique

placé au-dessous, la direction de l'avant-train. Tout à fait sur la gauche se trouve la manette de commande du frein ordinaire.

On a monté l'avant-train directeur sur essieu brisé avec pivots à fourche; comme on peut le voir sur la figure, c'est l'essieu qui porte une fourche à chaque extrémité; la fusée de la roue est d'une seule pièce avec la douille verticale qui est reliée à la fourche par un axe également vertical traversant à la fois les bras de la fourche et la douille.

La commande des roues directrices se fait par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'engrenages coniques qui commandent des leviers attachés d'une part à la douille de chaque fusée et reliés mécaniquement d'autre part au moteur. Ce moteur électrique, actionné comme on le sait par une dérivation prise sur la batterie, ne se met en marche que lorsqu'on manœuvre le volant de direction.

La suspension de la caisse sur l'avant-train est constituée par les deux ressorts à bandes qui reposent sur l'essieu brisé.

La figure 5 est une vue en plan sur laquelle on voit les positions relatives du combinateur, des différentes manettes de commande et du servo-moteur; un peu en arrière sont les résistances que l'on emploie au démarrage et quand on passe de la petite vitesse à la vitesse normale; l'emplacement des moteurs électriques est, comme on voit, aussi rapproché que possible de l'arrière de la voiture.

Les figures 6 et 7 sont des vues perspectives du train moteur. Dans la figure 6, ce train moteur est vu de l'arrière de la voiture et on peut voir facilement les semelles et rouleaux qui servent à pincer les ressorts de suspension. On voit aussi l'œil dans lequel passe la tige qui soutient les ressorts de suspension dont nous avons parlé plus haut. Les deux moteurs sont, comme on peut s'en rendre compte, symétriquement placés par rapport à l'axe de la voiture. Les extrémités des deux arbres qui portent les pignons d'attaque sont placées vis-à-vis et les engrenages de réduction de vitesse sont aussi symétriquement disposés.

Chaque portion d'essieu tourne entre deux paliers placés à ses extrémités. Ces paliers sont montés sur le bâti.

Entre chacune des roues de la voiture et l'engrenage correspondant qui est monté sur l'essieu se trouve un des électro-aimants circulaires du frein magnétique. Devant et à proximité de ces électros qui sont fixes est monté un plateau de fer claveté sur l'essieu et constituant l'armature de ces électro-aimants. Quand on lance le courant dans les électros, le plateau est fortement attiré et cette attraction qui tend à arrêter son mouvement agit pour freiner l'arrière-train du chariot.

La figure 7 permet de voir l'autre côté du train moteur, celui qui est situé vers l'avant du chariot.

A. BAINVILLE.

LAMPES A ARC

DE L'ALLGEMEINE ELEKTRICIT.ETS-GESELLSCHAFT (1)

Lampe à courants alternatifs. — La lampe pour courants alternatifs (fig. 1), que construit l'Allgemeine Electricitæts-Gesellschaft, est à point lumineux fixe.

Un moteur spécial sert à provoquer le réglage et l'allumage. L'induit de ce moteur est composé d'un très léger disque en aluminium mobile autour d'un axe horizontal. L'induction est double et les mouvements du disque sous l'action de chacun des enroulements sont de sens contraire.

Les enroulements, l'un en série, l'autre en dérivation, sont portés sur deux électros entièrement indépendants qui ont leurs épanouissements polaires distincts et symétriquement disposés par rapport à l'axe de rotation du disque d'aluminium.

Des pièces de cuivre disposées autour de chacun des deux entrefers sont parcourues par des courants de Foucault quand le champ correspondant est excité; mais, en même temps, des courants de même sens sont induits dans le disque d'aluminium; ce disque étant mobile se met à tourner sous l'action répulsive qui se produit entre les deux courants parallèles et de même sens ainsi développés.

Le champ de l'enroulement en série provoque un mouvement dans un sens et est utilisé pour produire l'écart nécessaire à l'allumage; tandis que le champ de l'enroulement en dérivation produit un mouvement de sens inverse qui est utilisé pour le rapprochement des deux porte-charbons.

A l'allumage, les deux charbons sont écartés; le courant établi aux bornes de la lampe traverse donc seulement l'électro en dérivation qui provoque la rotation du disque d'aluminium dans le sens correspondant au rapprochement

(1) Ces lampes sont construites en France par la Société française A. E. G., 22, rue Richer, à Paris.

des deux crayons. Ce mouvement est transmis aux porte-charbons par l'intermédiaire de quelques roues dentées qui actionnent une noix sur laquelle est placée la chaîne qui supporte les porte-charbons.

Quand les charbons sont au contact, le courant qui traverse la dérivation devient nul et celui qui passe dans l'électro en série est maximum; par suite, le disque se met en mouvement en sens inverse et l'écart des charbons se produit en provoquant la formation de l'arc; le courant dérivé augmente alors de valeur et, finalement, il s'établit un équilibre entre l'action des deux champs qui immobilise le disque d'aluminium et par suite les porte-charbons.

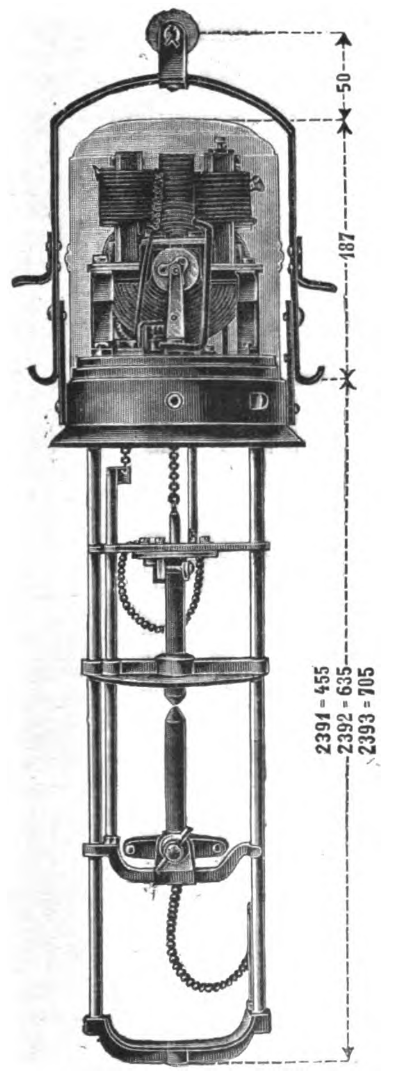
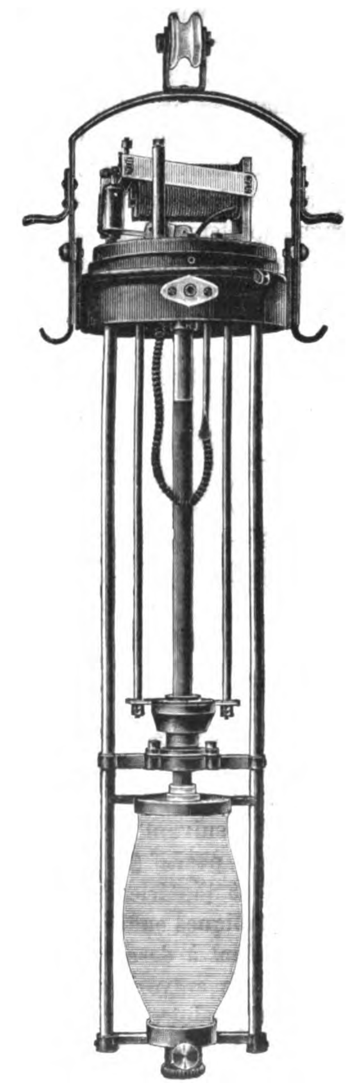


Fig. 1.

On comprend très bien que le disque se mettra en mouvement dans l'un ou l'autre sens, suivant que l'action de l'un ou l'autre des deux électros sera prépondérante.

Les deux électro-aimants sont réglés en construction pour que le disque reste immobile pour l'intensité de courant et la différence de potentiel désirées.

Le réglage s'effectue pour l'intensité de courant voulue en diminuant ou en augmentant la distance entre la culasse et les épaulements des noyaux de l'électro-aimant en série, c'est-à-dire en modifiant son entrefer.


Fig. 2.

Comme on le voit sur la figure, les électro-aimants sont montées sur un support fixé sur le plateau inférieur de la lampe et leurs noyaux sont verticaux.

Lampe en vase clos à longue durée. — Dans cette lampe (fig. 2) le porte-charbon supé-

rieur est seul mobile. Il est suspendu à l'extrémité de l'un des bras d'un fléau de balance; l'autre bras est relié à l'armature mobile d'un électro-aimant dont les bobines, disposées horizontalement, sont traversées par le courant principal; l'armature peut osciller autour d'un axe horizontal et ses mouvements sont amortis par deux pompes à air.

A l'allumage, les charbons sont au contact, le courant qui traverse les bobines de l'électro en série provoquant l'attraction violente de l'armature de haut en bas et par suite le relèvement du bras opposé du fléau qui entraine avec lui les deux tiges formant étrier et soutenant le porte-charbon supérieur.

Le charbon supérieur qui, au repos, est absolument libre dans son porte-charbon, reste en contact avec le charbon inférieur un temps suf-

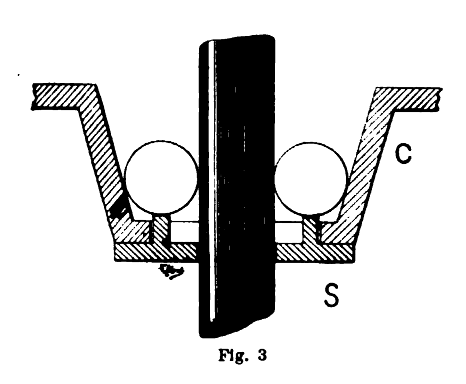


Fig. 3

fisant pour que l'arc s'amorce : il n'est écarté que lorsque son porte-charbon a été soulevé d'un millimètre. Ce résultat est obtenu au moyen du dispositif suivant :

Le porte-charbon positif (fig. 3) est en forme d'étui conique C; à l'intérieur sont disposées des rondelles métalliques enfilées sur un guide; ces rondelles tendent à descendre au fond du cône en coïnçant le crayon; mais ce coïncement ne peut se produire tant que le porte-charbon ne s'est pas élevé d'un millimètre parce que les rondelles sont maintenues à un millimètre du fond par la pièce S. Cette pièce est libérée dès que le porte-charbon a été attiré vers le haut et aussitôt les rondelles retombent en immobilisant le charbon.

Quand l'arc s'allonge par suite de l'usure des charbons, le courant qui traverse la bobine en série s'affaiblit; par suite l'armature mobile s'écarte du noyau et le porte-charbon descend d'une quantité correspondante.

Lampe en dérivation. — Cette lampe (fig. 4) est à point lumineux fixe, c'est-à-dire que ses deux porte-charbons sont solidaires.

A l'allumage, les charbons sont écartés : le courant qui traverse la bobine placée en dérivation aux bornes de la lampe actionne l'électro-aimant dont l'armature est attirée fortement. Cette armature est fixée à un cadre oscillant qui porte tout le mécanisme et en particulier la noix sur laquelle passe la chaîne qui soutient les

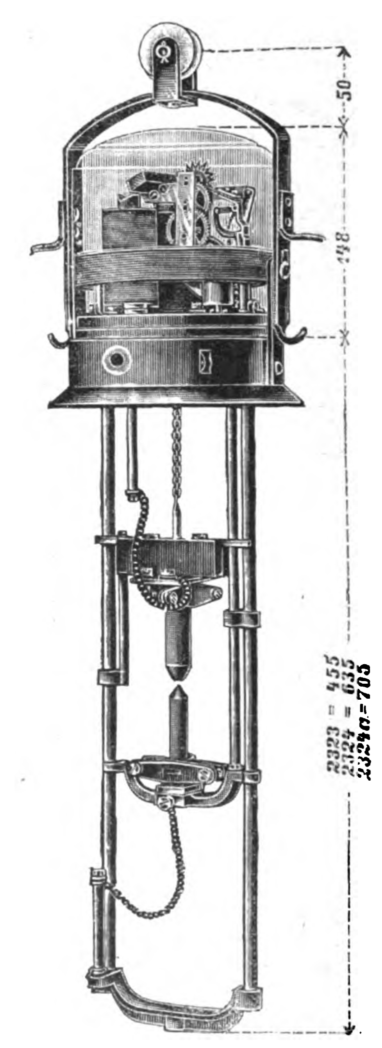


Fig. 4.

deux porte-charbons; dans son mouvement, elle entraine le cadre avec elle. Ce déplacement a pour effet de faire lâcher prise à un cliquet qui s'engageait dans la roue à rochet qui est fixée en haut du cadre. Par suite, les deux porte-charbons qui étaient maintenus immobiles tant que le rochet était immobile lui-même, se rapprochent sous l'action du contre-poids dont est chargé le porte-charbon supérieur. Ce mouvement de rapprochement se poursuit jusqu'au contact des charbons et, comme à ce moment,

le courant qui traverse la bobine en dérivation devient nul, l'armature est libérée et le mouvement de recul de son support produit l'écart qui provoque la formation de l'arc.

Le réglage s'effectue par des mouvements identiques qui résultent des modifications du champ magnétique produit par le courant dérivé sous l'influence des variations de la différence de potentiel aux bornes de la lampe. Il se produit d'une façon assez graduelle pour que le rochet ne tourne que d'une dent à la fois en marche normale.

Une petite pompe à air que l'on voit sur la droite du socle supportant le mécanisme est destinée à amortir les chocs au moment de l'allumage.

Cette lampe est construite pour marcher à partir de 2 ampères.

APPAREIL PORTATIF SIEMENS ET HALSKE

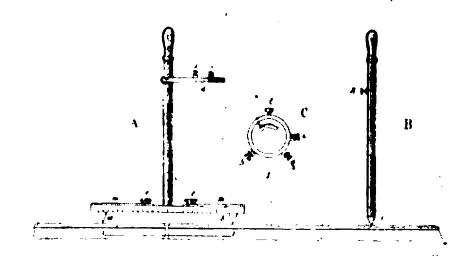
POUR DÉTERMINER LA CONDUCTANCE DES JOINTS DE RAILS DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Dans la plupart des systèmes de tramways électriques, les rails de roulement sont seuls utilisés comme conducteurs de retour. Dans ces conditions, il est indispensable que les joints présentent une résistance électrique aussi faible que possible, pour ainsi dire négligeable, si l'on veut éviter les pertes d'énergie par courants de Foucault et les effets d'électrolyse nuisibles pour les canalisations voisines d'eau et de gaz.

Pour obtenir un joint aussi parfait que possible au point de vue de la conductance électrique, on utilise divers systèmes qui, généralement, donnent toujours d'excellents résultats au moment où la pose de la voie vient d'être terminée. Il n'en est plus de même au bout d'un certain temps de service plus ou moins long; en effet, par suite des trépidations, certains joints deviennent défectueux et, comme les rails sont enfouis dans le sol, on ne peut procéder à une vérification efficace des connexions sans interrompre le service et sans déchausser les joints, procédé assez peu pratique et onéreux, car il entraîne de nombreuses réfections du pavage.

L'appareil portatif que vient de réaliser la Société Siemens et Halske (1) permet de mesurer rapidement et facilement la résistance de chaque joint et cela en pleine exploitation et sans qu'il soit nécessaire de toucher au pavage.

L'appareil que représente la figure ci-dessous se compose d'une règle horizontale en bois, le long de laquelle peuvent se déplacer deux curseurs en cuivre *a* et *b* servant de prises de courant et isolés l'un de l'autre; ils sont reliés respectivement aux bornes *e e* par l'intermédiaire d'une glissière graduée *m m*. Un manche A, constitué par une tige verticale en bois, permet de transporter l'appareil; ce manche est muni d'un petit support horizontal *d* sur lequel sont fixées deux pinces *s s* destinées à recevoir les bornes d'un millivoltmètre très sensible. Ces pinces sont reliées respectivement aux bornes *e e*. L'appareil comprend aussi une seconde tige verticale B sur laquelle est fixée une borne *k* reliée à une prise de courant *c*.



Le millivoltmètre est du système Deprez-d'Arsonval, c'est-à-dire à cadre mobile dans le champ magnétique d'un puissant aimant. Dans ces conditions, l'instrument est à l'abri des perturbations que pourraient produire des champs magnétiques extérieurs et voisins.

L'instrument est différentiel et, par conséquent, le cadre mobile comporte deux enroulements. La double bobine est suspendue entre deux minces lames de bronze que des ressorts spiraux maintiennent toujours tendues; un dispositif d'arrêt *f* permet d'immobiliser l'aiguille indicatrice solidaire de l'équipage mobile lorsqu'on transporte l'instrument.

Trois bornes *h*, *g* et *i* servent à établir les connexions électriques de ce voltmètre. Les bornes *h* et *i* sont reliées respectivement aux deux enroulements du cadre mobile; par l'intermédiaire des ressorts spiraux; la borne *g* communique avec le point de jonction des deux bobines à l'aide d'un troisième ressort spiral. Un petit interrupteur, commandé par un bou-

(1) Cet appareil est construit en France par MM. Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, à Paris.



ton t, permet de couper la communication de la borne g avec le troisième spiral relié au point commun des deux enroulements du cadre mobile; en abaissant le bouton t, on établit la communication et il suffit de tourner légèrement ce bouton pour qu'il reste enclenché dans la position de circuit fermé.

Chaque division de la graduation représente un demi-millivolt; le cadran gradué peut être légèrement déplacé à droite et à gauche afin d'amener l'aiguille indicatrice exactement en regard du zéro lorsqu'aucun courant ne passe dans l'instrument.

L'appareil Siemens et Halske ne donne pas directement par une simple lecture la valeur de la résistance exprimée en ohms; il permet de comparer la résistance d'un joint avec celle d'un bout de rail continu et un calcul très simple donne la valeur de la résistance à déterminer.

Avec l'appareil de lord Kelvin, décrit dernièrement dans l'*Electricien* (1), la méthode consiste à déterminer les chutes de tension sur diverses parties de la voie en mesurant la différence de potentiel entre deux points placés à une distance déterminée et comprenant, dans un premier essai, une portion continue de rail et dans une deuxième expérience un joint. Le rapport des différences de potentiel donne la valeur de la conductance du joint en fonction d'une longueur déterminée de rail continu. Avec l'appareil Siemens et Halske, on peut employer la même méthode en n'utilisant qu'un seul des enroulements du cadre mobile et aussi, la méthode différentielle, le voltmètre ne donnant dans ce cas aucune déviation lorsque les deux enroulements du cadre mobile sont parcourus par des courants à la même tension ou bien lorsqu'un courant constant parcourt des résistances égales. Vu la faible valeur des résistances comparées, on obtient une grande sensibilité.

La vérification des joints d'une voie de tramways peut s'effectuer de deux manières différentes avec l'appareil Siemens et Halske : soit, pendant la marche des voitures avec le courant variable circulant sur la ligne; soit pendant les arrêts du service avec un courant constant circulant dans les rails.

Pour appliquer la première méthode, les pièces de contact **a** et b sont amenées à une distance déterminée l'une de l'autre, à 75 cm par exemple, et on les serre à l'aide des vis e e; cette distance peut varier suivant les circonstances et l'on prend habituellement comme écartement à peu près la longueur du fil de cuivre constituant l'éclissage électrique. Cela fait, on fixe le voltmètre sur les pinces s s, on dégage l'équipage mobile en agissant sur le dispositif f et on amène l'aiguille au zéro, si nécessaire, par un léger déplacement du cadran. Puis on relie la borne i à la borne k que porte la seconde tige B à l'aide d'un conducteur souple. Tout étant ainsi préparé, on pose la tige A sur le rail au-dessus d'un joint et on ferme le circuit en abaissant le bouton t et on attend que le courant circulant sur la ligne produise une déviation suffisamment grande; on pose alors la seconde tige B sur le rail à environ 4 m de distance de la tige A; s'il se produit alors dans le voltmètre une déviation en sens inverse de la première, on en déduit que le joint a une conductance suffisante; dans le cas contraire, il doit être considéré comme défectueux. Pour déterminer exactement la valeur de la résistance, on déplace la tige B sur le rail jusqu'à ce que l'aiguille du voltmètre revienne au zéro. Soient l la distance comprise entre les prises de contact b et c et l', la distance comprise entre les prises de contact **a** et b; le joint aura une résistance équivalente à celle d'une longueur de rail continu de $l - l'$. En admettant que la résistance électrique d'un rail de 1 m de longueur soit égale à

$$0,25 \cdot \frac{1}{p} \cdot 10^{-3} \text{ ohm},$$

expression dans laquelle p représente le poids du rail par mètre exprimé en kilogrammes, la résistance du joint essayé sera égale à

$$0,25 \cdot \frac{l - l'}{p} \cdot 10^{-3} \text{ ohm}.$$

Le poids des rails étant toujours connu, il est facile de calculer la résistance en ohms de chaque joint en appliquant la formule qui vient d'être donnée.

La seconde méthode est encore plus simple et n'exige qu'une seule personne pour procéder à la vérification, la seconde tige B devenant inutile. Dans ce cas, on fait circuler dans les rails un courant constant de 50 à 100 ampères et on place l'appareil A, muni de son voltmètre sur une partie de rail continu dans le voisinage du joint à vérifier et on note la déviation obtenue; on place ensuite l'appareil de manière qu'un joint se trouve intercalé

(1) Voir l'*Electricien*, tome XIX, 1er semestre 1900, page 338.

entre les deux prises de contact et on note la nouvelle déviation. Si cette dernière déviation ne dépasse pas 3 ou 4 fois la première, on peut considérer le joint comme bon; dans le cas contraire, sa résistance est trop forte. Pour calculer la longueur de rail correspondant à la résistance du joint, il suffit d'appliquer la formule suivante :

$$R = \frac{\alpha' - \alpha}{\alpha} l,$$

dans laquelle α est la déviation obtenue sur un bout de rail continu; α', la déviation lorsqu'un joint est intercalé dans le circuit et l, la distance en mètres qui sépare les deux prises de contact. Dans certains cas, la valeur obtenue peut être négative lorsque la conductance du joint est supérieure à celle du rail continu. On obtiendra la valeur en ohms de la résistance du joint à l'aide de l'expression

$$0{,}25 \frac{\alpha' - \alpha}{\alpha} \cdot \frac{l}{p} \cdot 10^{-3} \text{ ohm}.$$

p étant le poids par mètre de rail, exprimé en kilogrammes.

J.-A. MONTPELLIER.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 5 février 1901.

Les Sociétés scientifiques anglaises et la mort de la reine. — Les différentes sociétés scientifiques d'Angleterre ont résolu d'interrompre leurs séances pendant huit ou dix jours, comme marque de respect à la feue reine. L'Institution des ingénieurs-électriciens a de même ajourné à quinzaine la discussion du travail de M. Mordey. De même, la Société royale, l'Institution Royale, la Société des arts et l'Institution des jeunes ingénieurs ont reporté leurs séances à quinzaine.

***

Tubes et ampoules pour rayons X. — Le président de la Société Rœntgen vient d'offrir une médaille d'or au fabricant qui présenterait le meilleur tube à rayons X, ainsi que les meilleurs écrans photographiques. Il est intéressant de remarquer que ce concours est ouvert entre tous les constructeurs, indépendamment de leur nationalité. Les tubes et autres appareils doivent être envoyés au siège de la Société, To Hanover Square, à Londres, au plus tard le 1er mai. Ceux de nos lecteurs qui désirent se procurer une copie détaillée des conditions du concours peuvent s'adresser, à cet effet, à M. Low, secrétaire, et demeurant 12, Sinclair Gardens, West Kennington, à Londres.

***

L'industrie électrique à l'Exposition de Glasgow. — L'Exposition internationale de Glasgow s'ouvrira en mai pour environ six mois, et promet d'être l'une des plus importantes expositions anglaises que l'on ait vues depuis plusieurs années; les ingénieurs électriciens ont pris leurs dispositions pour y prendre une part importante. Une station spéciale de distribution électrique s'installe sur les terrains de l'Exposition; mais si les besoins l'exigent, le réseau municipal d'électricité pourra venir apporter son concours et sera relié à cette station par des canalisations supplémentaires Les bâtiments et les terrains seront éclairés à l'aide de 1000 lampes à arc du type Brockie-Pell et par environ 500 lampes à incandescence. La Compagnie de l'incandescence par le gaz Welsbach prendra également part à l'éclairage. Des moteurs électriques seront employés pour actionner tous les arbres de transmission dans la salle des machines. Le matériel générateur de la station comprendra environ 600 ch et se composera d'une grande variété de dynamos et de moteurs. Les principaux de ces moteurs seront ceux de MM. Willans et Robinson, Robey, Davey-Paxman, Ruston Proctor, Scott et Mountain, Alley et Mac Lellan, Browett Lindley, Belliss et Sisson. Les dynamos seront exposées par MM. Crampton Schuckert, Mavour et Coulzon, Scott et Mountain, Edison et Swan, Bruce Peebles, etc. Le matériel de chaufferie comprendra des chaudières tubulaires Babcok et Wilcox, Sterling et Cie, et plusieurs des modèles Lancashire. On pense que l'Exposition sera ouverte par le roi Edouard VII vers le 7 mai.

***

Les communications télégraphiques en Angleterre. — S'il est une chose connue de tout le monde depuis longtemps, c'est le mécontentement exprimé par tout le commerce anglais relativement au service détestable fourni par les compagnies qui détiennent les réseaux de câbles sous-marins. De nombreux efforts ont été faits pour persuader à ces Compagnies qu'il fallait tout d'abord réduire les tarifs des télégrammes pour les colonies et pour l'étranger. Dans quelques cas, ces efforts ont été couronnés de succès. mais le fait que plusieurs lignes importantes n'ont plus fonctionné à un moment où leur service était justement le plus nécessaire, a augmenté l'agitation publique et a suggéré à différentes reprises l'idée que le réseau des câbles sous-marins devrait être racheté et placé sous la direction unique du gouvernement. Il n'est pas cependant facile de décider si les câbles administrés par l'Etat donneraient un meilleur service en temps de guerre que s'ils l'étaient par des Compagnies privées; les avis sont partagés, les uns pour, les autres contre. Toutefois, pour que le gouvernement puisse se rendre acquéreur de toutes les lignes sous-marines existantes et aux mains des Compagnies, il lui faudrait disposer d'un capital fabuleux, étant donné la valeur actuelle des différentes actions. En

outre, l'Angleterre doit faire face à de trop nombreuses dépenses en ce moment pour que cette transformation puisse s'accomplir avant plusieurs années. Le public commence déjà à se disputer les actions de la nouvelle Compagnie des câbles du Pacifique pour lequel des marchés viennent d'être signés. Ce projet a été l'objet d'une vive opposition, si l'on s'en souvient, de la part des Compagnies télégraphiques dont les réseaux font presque double emploi, et auxquels cette nouvelle ligne fera une vive concurrence. L'agitation continue dans les Chambres de commerce et les financiers ont amené le gouvernement à nommer une commission départementale pour examiner le système complet des câbles télégraphiques de l'empire britannique. Le travail de cette commission consistera à faire des enquêtes sur le système actuel des communications télégraphiques entre les différentes parties de l'empire et à examiner ce qu'il est nécessaire d'y ajouter; elle devra en outre rechercher est relations à établir entre les Compagnies privées et le gouvernement impérial et colonial ainsi que le contrôle que doivent exercer les gouvernements, les règlements qui devront être établis à l'avenir spécialement en vue de nouvelles concessions. Les tarifs seront également examinés et, s'ils ne sont pas trouvés raisonnables et rationnels, la commission déterminera les réductions qui peuvent y être apportées.

***

Chemins de fer électriques souterrains. — Depuis que le chemin de fer souterrain Central London a été inauguré, c'est-à-dire depuis le mois de juillet dernier, jamais les journaux quotidiens n'ont davantage publié qu'en ce moment d'intéressants articles sur ses succès et ses résultats financiers. On fait chaque jour des calculs pour déterminer quel sera le dividende payé. Nos lecteurs apprendront donc sans doute avec plaisir que ce dividende vient d'être déterminé, et, bien qu'il ne soit pas très élevé, car les recettes des cinq premiers mois n'ont pas été suffisantes, il a été cependant de 2,5 0 0 pour les actionnaires ordinaires. On espère que le rapport complet annuel qui sera publié dans un jour ou deux contiendra quelques déclarations importantes au sujet du matériel et des modifications à apporter dans le service. On sait déjà que M. Parshall. l'ingénieur conseil pour tout l'appareillage électrique, est actuellement en Amérique où il s'occupe de certaines commandes pour l'équipement supplémentaire de cette ligne.

Le rapport du chemin de fer City and South London pour le dernier semestre de 1900 est très peu brillant On avait espéré que les nouvelles sections de cette ligne apporteraient un contingent supplémentaire de trafic très considérable et l'on en avait déduit une augmentation de dividende. Au lieu de cela, le dividende est seulement de 1,2 0/0. Les recettes ont atteint 46 470 livres pour ledit semestre, et les dépenses d'exploitation ont été de 26 280 livres. L'ouverture des nouvelles sections a fait monter le nombre des voyageurs de 3 464 942 à 5 018 •42. Lorsque le trafic sera complètement développé dans l'embranchement de Islington, on espère obtenir de meilleurs résultats. La grande augmentation des dépenses d'exploitation provient surtout de l'accroissement considérable des trains et de la ligne entière qui est très longue actuellement; il faut compter en outre avec le prix toujours très élevé du charbon et des matériaux. Les prolongements de la section d'Islington doivent être terminés dans les six mois. Les tunnels et les ouvrages souterrains sont presque achevés, et l'on prépare actuellement les stations et les ascenseurs. On vient de commander dix nouvelles locomotives électriques pour desservir cette ligne. La station génératrice de Clapham va s'agrandir et être munie du matériel nécessaire à l'alimentation de la nouvelle section.

RÉGLEMENTATION
DES DISTRIBUTIONS ÉLECTRIQUES D'ÉNERGIE
DANS LES DIVERS PAYS (1)

Je ne reprendrai pas dans tous leurs détails les législations étrangères sur cette très importante question. Je me bornerai à reprendre certains ordres de faits et à comparer les solutions que chaque pays a données aux questions qu'ils soulèvent.

Tout d'abord, je tiens à déclarer que si, dès l'origine de la lutte entre les administrations des Télégraphes et des Téléphones d'une part, et les administrations de tramways et de transports d'énergie d'autre part, on s'était préoccupé de décider dans quel rapport les frais de modifications mutuelles de lignes devaient être payés par les intéressés, cette lutte eût été beaucoup moins âpre.

C'est en Suisse, nous devons le reconnaître, que la solution la plus pratique et en même temps la plus équitable a été donnée à la question. En France, dans un admirable rapport, M. Berthelot a tenté de mettre d'accord le Télégraphe et l'Industrie. Mais, en France, on en est resté à l'éloquence de la forme en cette matière et actuellement l'industrie privée doit supporter tous les frais des modifications apportées aux lignes de l'Etat. L'Etat impose des prescriptions draconiennes sans avoir à rendre compte à qui que ce soit du bien fondé de ses prétentions. L'Administration française est investie à l'égard des réseaux électriques des pouvoirs les plus étendus dont elle use parfois avec une rigueur souvent injustifiée. Il y a là une situation anormale et qui ne tient aucun compte du progrès industriel considérable apporté par l'industrie électrique.

En Allemagne, on n'estime pas encore que le moment soit venu de traduire en loi les conditions auxquelles il convient de subordonner l'octroi des concessions de transports d'énergie. Le gouverne-

(1) Communication faite le 20 décembre 1900 à la Société belge d'électriciens.

ment allemand étudie très attentivement la question. En attendant, chaque cas est examiné en lui-même et traité raisonnablement.

Le seul pays où existe une loi est la Suisse. Ce pays est aussi celui où on fait le plus large usage des transports industriels d'énergie. La loi suisse est absolument caractéristique par son côté pratique et surtout par la haute compréhension que le législateur a eue de l'importance capitale qu'a pour le pays la propagation intensive de la distribution de la force motrice. Le vote de cette loi remonte à une quinzaine de jours.

Le Conseil fédéral décide : « L'adjonction du double fil aux lignes téléphoniques publiques sera exclusivement à la charge de la Confédération. » C'est là une dépense de 18 millions de francs que l'Etat suisse s'engage tout d'abord à faire parce qu'il estime que les services à rendre au pays par les réseaux de transport d'énergie payeront, et au delà, cette somme.

La loi consacre aussi le principe de la répartition des frais de protection mutuelle des lignes :

« En cas de rencontre entre une ligne à faible courant publique et une ligne appartenant à une compagnie de chemin de fer, ensemble ou entre une de ces lignes et une autre ligne électrique, les frais incombent pour les deux tiers à la charge de cette dernière et pour un tiers à la charge des premières.

« En cas de rencontre entre deux ou plusieurs conduites à fort courant entre elles ou avec des lignes à faible courant, les frais se répartiront en proportion de l'importance économique de ces installations.

« L'adjonction du double fil aux lignes téléphoniques publiques sera exclusivement à la charge de la Confédération.

« En cas de contestation entre les parties au sujet des frais à supporter en commun ou de leur répartition, le Tribunal fédéral décidera en première et dernière instance.

« Les prescriptions de cet article ne s'appliquent pas aux installations intérieures. »

Ainsi donc le droit du premier occupant est consacré par le fait qu'il n'aura à payer que le tiers des frais de protection et le nouveau venu les deux tiers.

Ce que le législateur suisse n'a pas voulu, c'est qu'un méchant fil, souvent d'une utilité contestable, tendu entre deux points, rende à tout jamais impossible le passage au-dessus ou en-dessous de lui d'une ligne pouvant rendre des services autrement importants.

Le second principe consacré est la répartition des frais en proportion de l'importance économique des entreprises.

Certes, ce principe s'écarte du droit romain pur qui donne au propriétaire le droit d'user seul de la chose possédée. En Suisse, ce droit est limité par les besoins de l'intérêt général.

Si, en Suisse, l'administration des télégraphes a tout d'abord accablé l'industrie électrique sous le poids d'extraordinaires prescriptions, ce n'est pas cette administration qui menait la campagne, mais bien les grosses compagnies de chemins de fer dont les influences politiques et financières sont considérables. Ces compagnies ont réussi à faire occasionner aux réseaux électriques des frais dépassant tout bon sens.

C'est ainsi qu'on a été jusqu'à prescrire la construction d'un véritable pont métallique de 30 mètres de portée pour faire franchir un chemin de fer par une simple ligne de transport électrique d'énergie de 10 chx à 3000 volts.

Dans le projet de loi soumis au Parlement italien, il est question de poser en principe que les dispositions relatives aux frais de protection seront décidées, dans chaque cas, par un comité arbitral permanent. Cette formule me parait dangereuse, car ces arbitres, délégués du gouvernement, peuvent être amenés à favoriser systématiquement les entreprises de l'État. Néanmoins, le projet consacre le principe de la répartition des frais entre les deux exploitations.

En Allemagne, le projet à l'étude parle de la désignation d'un fonctionnaire chargé de répartir les frais. Encore une fois, le principe de cette répartition est consacré, mais il est permis de penser qu'il y a quelque danger à conférer cette mission à une personne désignée une fois pour toutes.

J'aborde la question des protections proprement dites.

A mon avis, la protection la plus simple, la moins coûteuse et la plus efficace est l'adjonction de coupe-circuits aux deux extrémités de la partie du ou des fils exposés. Il est évident que si les administrations publiques devaient payer une partie des fils protecteurs qu'elles imposent si généreusement aux survenants, elles examineraient avec plus de soin la valeur de ces inutiles appendices dans chaque cas. De même, si, des trois fils de garde imposés aux tramways, un au moins était à la charge de l'État, il est probable qu'on ne tarderait pas à découvrir que deux fils sont toujours suffisants et que bien souvent même un seul produirait une très bonne protection...

Du reste, il y a lieu de remarquer tout d'abord que dans tous les pays les conditions réglementaires sont différentes, ce qui prouve que la question n'est pas du tout élucidée.

Ainsi, par exemple, on n'est point d'accord sur la distance minimum à maintenir entre une ligne téléphonique et une ligne de transport courant parallèlement à son axe.

En France, on fixe cette distance à 2 m; c'est évidemment insuffisant, car quelque parfaitement équilibrée que soit une ligne polyphasée, elle produira certainement de l'induction dans une ligne téléphonique parallèle placée à 2 m, car la dis-



tance entre les trois fils à haute tension n'est pas du tout négligeable par rapport à la distance de l'axe de ceux-ci au circuit télégraphique posé à 2 m.

En Allemagne, l'administration fixe cette distance à 20 m, mais ne dit rien de la longueur de parallélisme. Cette condition est en elle-même insuffisante, car si les lignes sont parallèles sur quelques kilomètres, il peut parfaitement y avoir induction, alors que si elles ne sont pas parallèles que sur quelques mètres, on pourrait fort bien réduire leur distance sans inconvénient.

Il y a, du reste, toujours danger à fixer en chiffres les prescriptions de ce genre.

Pour parer aux ennuis de l'induction, la formule devrait tenir compte de tous les éléments physiques en jeu : tension, intensité, fréquence, capacité, longueur du parallélisme et en déduire la distance.

Dans un autre cours d'idées, lorsqu'il y a croisement à angle droit de deux lignes, on prescrit, en France, que la distance verticale, au point de croisement, doit être de 1 m.

En Allemagne, on prescrit, dans les mêmes conditions, 2 m et aucun des deux règlements ne parle de la portée de la ligne supérieure. On ne tient donc aucun compte des allongements à prévoir par le fait des variations de température et des surcharges de givre.

Encore une fois, nous nous trouvons là en présence de prescriptions arbitraires qui ne sont justifiées par rien et qui semblent n'avoir d'autre but que de ne pas laisser de blanc dans un règlement.

En matière de tramways, les prescriptions exigent aussi assez fréquemment qu'un filet soit installé au-dessus des lignes de trolley, mais, chose bizarre, elles ne parlent pas d'appareils de protection pour parer aux chutes du fil de trolley lui-même sur les passants. La présence, au-dessus de la chaussée, d'un fil porté à 600 volts pourrait cependant créer une situation pleine de dangers théoriques pour le public.

Les règles, se rapportant aux conducteurs à très haut voltage, varient encore une fois d'un pays à un autre. En Allemagne, le filet sous les fils est de rigueur quand le voltage dépasse 1000 volts. En Suisse, rien n'est stipulé; mais on insiste pour que tout fil à courant dangereux soit mis automatiquement à la terre dès qu'il vient à se rompre. C'est dans ce but que, aux points de suspension, les lignes se trouvent à l'intérieur d'un fort châssis métallique, en communication avec la terre. En France, on exige que le filet inférieur soit seul, soit avec un ou même deux filets latéraux; parfois, c'est la cage complète que l'on impose. A mon avis, le filet sous la ligne ne constitue pas une protection efficace. Qu'arrive-t-il quand un fil vient à la toucher? Il fond le filet qui se casse et tombe en même temps que le fil. Le système suisse du cadre écarte cette éventualité.

Sous le rapport de la section, en Allemagne, on se contente, pour les transports d'énergie, de fils de 10 millimètres carrés de section; en Suisse, c'est une section de 22 millimètres carrés qu'on exige comme minimum admis.

Pour ce qui est des portées, question primordiale, puisque de leur longueur peuvent dépendre les chances de contact avec les fils voisins, les règlements sont muets en Allemagne. En Suisse, on est plus prévoyant; on fixe une limite de 45 mètres.

En somme, si l'on cherche à connaître les raisons pour lesquelles le système suisse est si différent de ceux qui se rencontrent dans d'autres pays et leur est supérieur, on voit tout de suite qu'il y a là une forme simple de la grande loi d'évolution. En Suisse, les applications sont arrivées, je dirai, à un degré de maturité plus grand que partout ailleurs. C'est ainsi que dans la série d'arrangements de protection qui y ont été utilisés, puis abandonnés, se retrouve successivement le système du filet de garde à cage complète, du filet simple puis du cadre sans filet. Dans le canton de Zurich, il existe encore, vestige du passé, une installation avec filet protecteur sous la ligne et au-dessus.

L. Gérard.

(*A suivre.*)

BIBLIOGRAPHIE

La Sécurité du travail dans l'industrie, moyens préventifs contre les accidents d'usines et d'ateliers, par Paul Razous. 1 volume grand in-8° de 378 pages avec 222 figures. Prix : 12,50 fr. (Paris, Veuve Ch. Dunod.)

L'efficacité des dispositions préventives contre les accidents du travail industriel est aujourd'hui prouvée. Les établissements qui ont garanti les organes dangereux de leurs machines et exigé diverses précautions spéciales de leurs ouvriers ont réduit, de moitié au moins, le nombre d'accidents. Pour obtenir ce résultat, il est indispensable de munir l'outillage industriel de dispositifs de protection qui, tout en empêchant l'ouvrier d'atteindre les parties dangereuses, ne puissent en aucune façon gêner son travail. Ces dispositifs demandent à être soigneusement étudiés, et c'est pour éviter aux industriels et aux chefs d'atelier des tâtonnements inévitables et des pertes de temps regrettables que M. Razous a décrit dans son ouvrage, les meilleurs types d'engins protecteurs, dont il a pu vérifier lui-même l'efficacité en raison de ses fonctions d'inspecteur départemental du travail dans l'industrie. On sait qu'un dispositif de protection mal compris peut souvent entraîner des accidents plus graves que ceux que l'on voulait éviter; l'auteur n'a pas manqué de signaler spécialement ces dispositifs défectueux.

Tous les chefs d'industrie ont le plus grand

intérêt à consulter le livre de M. Razous, qui sera pour eux un guide sûr, car, en dehors de la question d'humanité, qui seule justifie largement la recherche des précautions à prendre, il y a aussi la question des dépenses à éviter, par suite de l'application de la loi sur la responsabilité des accidents; les compagnies d'assurances spéciales diminuent, en effet, d'autant plus le taux des primes à payer qu'on prend de plus grandes précautions pour rendre l'outillage le moins dangereux possible.

Après avoir reproduit le texte des divers décrets réglementant la sécurité dans les établissements industriels, l'auteur examine soigneusement tous les dispositifs protecteurs reconnus efficaces. Les titres des divers chapitres que nous reproduisons ci-dessous suffisent à montrer l'importance de ce consciencieux travail :

Chapitre I. — Moteurs, passages, escaliers, excavations, échafaudages.

Chapitre II. — Monte-charges.

Chapitre III. — Organes dangereux. Maniement des courroies. Engins tournant à grande vitesse.

Chapitre IV. — Mise en marche et arrêt des machines.

Chapitre V. — Faculté pour le personnel d'obtenir l'arrêt des moteurs.

Chapitre VI. — Nettoyage et graissage en marche. Réparations à un organe mécanique.

Chapitre VII. — Précautions a prendre contre le danger d'incendie.

Chapitre VIII. — Appareils électriques.

Chapitre IX. — Vêtements des ouvriers.

Chapitre X. — Précautions à prendre contre les brûlures.

Chapitre XI. — Mesures préventives contre les explosions.

Chapitre XII. — Travaux dans les milieux délétères. Mesures préventives contre l'asphyxie.

Chapitre XIII. — Mesures réglementaires spéciales pour assurer la sécurité des enfants et des femmes employés dans l'industrie.

Chapitre XIV. — Prescriptions qui seraient de nature à mieux assurer la sécurité du travail industriel.

Chapitre XV. — Premiers soins à donner en cas d'accident.

Comme on le voit par cette rapide énumération, cet ouvrage très complet constitue un guide précieux dans la plupart des cas qui peuvent se présenter et certainement tout industriel a le plus grand intérêt à le consulter.

Mesures électriques. Leçons professées à l'Institut électrotechnique Montefiore, annexé à l'Université de Liège, par Eric Gérard, directeur de cet Institut, 2e édition. 1 volume grand in-8° de VIII-532 pages avec 217 figures. Prix : cartonné 12 fr (Paris, Gauthier-Villars, éditeur).

Les ouvrages de M. Eric Gérard étant universellement connus et appréciés, il suffit de signaler les nouvelles éditions et d'indiquer les modifications qu'elles comportent sans avoir à faire ressortir les mérites d'un travail que tous les électriciens ont pu apprécier.

La deuxième édition des *Mesures électriques* qui vient de paraitre contient de nombreuses additions, entre autres l'exposé des nouvelles méthodes les plus intéressantes qui ont été appliquées dans ces dernières années.

Les chapitres relatifs aux étalons de mesure, aux galvanomètres et aux méthodes potentiométriques ont été complètement remaniés.

L'auteur a également exposé les récents perfectionnements apportés aux wattmètres, phasemètres, fréquencemètres et autres instruments spéciaux pour les diverses mesures de courants alternatifs.

Le chapitre des compteurs a été aussi complété par la description de plusieurs de ces instruments d'invention récente.

Enfin de nombreuses additions ont été faites dans les parties qui traitent des mesures magnétiques, de l'essai des canalisations, des machines à courant continu et à courants alternatifs, des accumulateurs, des transformateurs, des lignes de tramways électriques, etc.

En résumé, la nouvelle édition de ce traité de mesures électriques a été mise au courant des progrès les plus récents accomplis dans cette branche si importante de l'électrotechnique.

J.-A. M.

CHRONIQUE

Le câble anglais du Pacifique.

Pendant que les Américains projettent de relier San-Francisco aux Philippines et à Yokohama par le premier grand câble sous-marin qui sera immergé dans le Pacifique, les Anglais se disposent à relier, de la même façon, les côtes du Canada à l'Australie. Cette nouvelle ligne sous-marine sera la plus longue du monde entier, puisqu'elle ne mesurera pas moins de 8272 milles (13 310 kilomètres). Elle ne sera pas, bien entendu, formée avec un seul et unique câble, allant de bout en bout, mais elle sera divisée en trois sections, savoir :

1° De Vancouver (Canada) à l'ile Fanning (3653 milles);

2° De Fanning à Suva (2181 milles);

3° De Suva à la Nouvelle-Zélande et embranchement (2438 milles).

Cette dernière section sera elle-même formée de trois tronçons, allant respectivement de Suva à Norfolk (Sydney), de Norfolk à Queensland et de Norfolk à la Nouvelle-Zélande.

La première section, de Vancouver à l'ile Fanning, comprendra un câble de grands fonds, sauf 64 milles de câbles d'atterrissage et de câbles intermédiaires. Le noyau conducteur pèsera 272 kilogrammes par mille et présentera une résistance maximum de 2,08 ohms à une température de 23° C; il sera isolé par trois couches de gutta-percha pesant 154 kilogrammes par mille. Le diélectrique, après une électrisation d'une minute doit présenter une résistance d'au moins 500 *mégohms* et d'au plus

1500 *mégohms* par mille à 23° C, et sa capacité inductrice ne doit pas excéder 0,440 *microfarad* par mille.

Dans les deux autres sections, où les profondeurs sont beaucoup moindres, le cuivre pèsera seulement 589 kilogrammes par mille, l'isolant restant de même composition et de même poids que dans le câble de grands fonds. La résistance d'isolement doit être également la même, et la capacité inductrice ne doit pas dépasser 0,355 *microfarad*.

On assure que les travaux d'immersion ne tarderont pas à être entrepris, les Anglais ayant l'intention de devancer les Américains dans l'établissement du premier grand câble transpacifique.

(D'après l'*Electrical Review*.)

L'introduction des appareils électriques en Turquie.

Les appareils électriques sont prohibés en Turquie; à moins que les autorités compétentes ne dérogent à cette règle .. selon le bon plaisir.

Le fait suivant en est un exemple. Une usine électrique de l'Amérique du Nord expédiait à Constantinople un certain nombre d'appareils électriques; ceux-ci furent arrêtés à la douane et interdiction fut faite de les laisser pénétrer sur le sol turc, la maison expéditrice insista et demanda que tout au moins un certain nombre des articles expédiés fussent présentés au sultan. Le sultan trouva les objets à son goût et acquit, pour son agrément personnel, tous les appareils qui constituaient l'envoi : petites lampes à accumulateurs, bibelots et jouets électriques, etc ; il leva l'interdiction pour cette maison américaine seule et pour les seuls objets dont nous venons de parler; quant aux dynamos, téléphones, etc., il nous faut encore attendre qu'un grand dignitaire de la sublime Porte y ait trouvé un attrait qui l'amène à désirer ces instruments diaboliques des Occidentaux. S.

Conservation des bois par l'électricité.

Le *Praktische Maschinen-Konstructeur*, du 13 décembre, signale un nouveau procédé d'imprégnation des bois par traitement électrique, pour leur conservation, quelles que soient les intempéries auxquelles ils sont soumis. Ce procédé s'applique non seulement aux traverses de chemins de fer, poteaux télégraphiques, etc., mais aux bois destinés à la fabrication des meubles.

L'appareil utilisé pour ce traitement consiste essentiellement en une auge assez vaste, en bois, sur le fond de laquelle est disposée une large plaque de plomb reliée au pôle positif de la source d'énergie électrique. Le bois à traiter est placé sur cette plaque et recouvert ensuite d'une seconde plaque reliée au pôle négatif Toute l'auge est remplie d'une solution contenant 10 0/0 de borax, 5 0/0 de colophane et 3/4 0/0 de carbonate de soude.

Sous l'influence du courant, la sève du bois se dégage et vient se rassembler à la surface du bain, pendant que la solution préservatrice pénètre dans les pores du bois. Après ce traitement, qui dure de cinq à huit heures, les bois sont enlevés de l'auge et séchés par moyens naturels ou artificiels. Le séchage naturel à l'air libre demande une quinzaine de jours en été.

Une installation de ce genre a été récemment faite à la station de force Johnson et Philips à Charlton Junction, à Londres. Le courant employé a une tension de 110 volts et la consommation d'énergie est d'environ 1 kw-heure par m³ de bois à imprégner. Pour les bois fraichement abattus et encore humides, la dépense de courant est encore moindre. La température de la lessive dans le bac varie de 40° à 45° C.

(*Génie civil.*)

L'usine électrique des mines de pétrole de Bakou.

La Société « Electrische Kraft » vient d'installer une usine centrale d'électricité à Bibi-Eybat, dans la région des mines de pétrole de Bakou. Cette usine est destinée à fournir 2 400 chx, au moyen de cinq chaudières tubulaires, offrant chacune 300 mètres carrés de surface de chauffe et timbrées à 12 atmosphères; ces chaudières fournies par la maison Fitzner et Gamper de Sosnovice, actionnent quatre machines à vapeur verticales à triple expansion, à condensation par surface; la pression d'admission est de 11 atmosphères et la vitesse est de 150 tours à la minute pour une puissance maximum effective de 600 chx Ces quatre machines à vapeur sont couplées directement à quatre alternateurs pouvant fournir 500 kw sous 2 000 volts de tension Un réseau de câbles pour courants alternatifs à haute tension alimentés directement à 2 000 volts par les alternateurs, s'étend sur tout le terrain exploité. Cette première installation nécessite environ 60 km de câbles. Une particularité intéressante de cette installation est l'application de l'énergie électrique au forage des puits, indépendamment de l'épuisement au moyen d'électromoteurs. Les moteurs employés au forage sont d'une construction tout à fait particulière, étant donné les excès de charge qu'ils doivent supporter par suite des résistances qui se manifestent pendant le forage. La facile inflammabilité des gaz qui se dégagent des puits de forage nécessite des précautions particulières afin d'empêcher d'une manière absolue que ces gaz n'entrent en contact avec les parties métalliques qui conduisent le courant, soit dans le moteur, soit dans les appareils de couplage.

L'éclairage est obtenu en abaissant à 110 volts la tension du courant en des points déterminés où se trouvent des transformateurs installés dans des petites constructions en pierre.

L'installation de l'usine centrale et du réseau de câbles a été effectuée par les ateliers électrotechniques russes de la maison Siemens et Halske, de Saint-Pétersbourg; le travail est déjà suffisamment avancé pour que l'on puisse inaugurer et mettre en exploitation, au mois de mars prochain, cette application intéressante de l'énergie électrique.

S.

L'Editeur-Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES



COMPTEUR ARON

A REMONTAGE ELECTRO-AUTOMATIQUE

POUR DISTRIBUTIONS MIXTES A COURANTS TRIPHASÉS

Nous avons donné dans cette revue (1) une description très détaillée du compteur Aron, à remontage électro-automatique.

Dans les modèles récents qui figuraient à l'Exposition et qui n'ont d'ailleurs pas subi de modifications essentielles, les divers organe des l'instrument sont abrités dans une boîte métallique étanche qui a remplacé la caisse en bois primitivement employée.

Les figures 1 et 2 montrent l'aspect du compteur actuel pour distribution à deux fils, tel qu'il figurait à l'Exposition, à côté de celui dont nous allons parler.

Le fil à plomb, autrefois disposé à l'extérieur de la boîte, est maintenant à l'intérieur.

Le compteur pour distribution mixte par courants triphasés, ne diffère de celui qui est représenté figure 2, que par l'adjonction d'une troisième bobine fixe à gros fil.

Cette nouvelle bobine, placée entre les deux premières convenablement écartées à cet effet, agit à la fois sur les deux bobines mobiles fixées aux balanciers. Le balancier de gauche est influencé par la bobine fixe de gauche et par celle du milieu, qui agit en sens inverse de la première. Le balancier de droite est influencé par la bobine fixe de droite et, en sens inverse, par celle du milieu.

Avant d'indiquer le principe théorique sur lequel repose le compteur pour distribution mixte pour courants triphasés, rappelons en quoi consiste ce système de distribution.

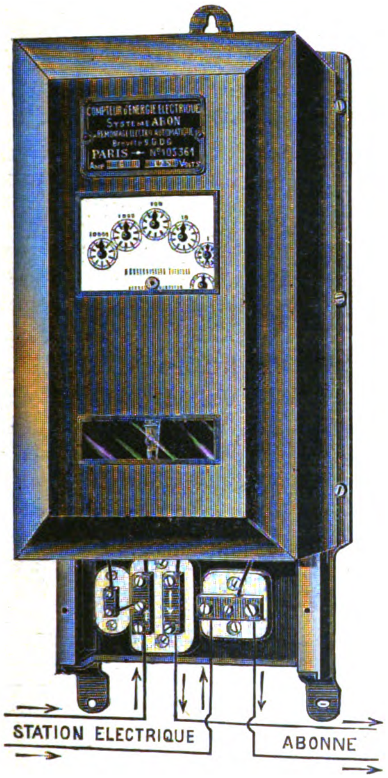


Fig. 1. — Compteur fermé.

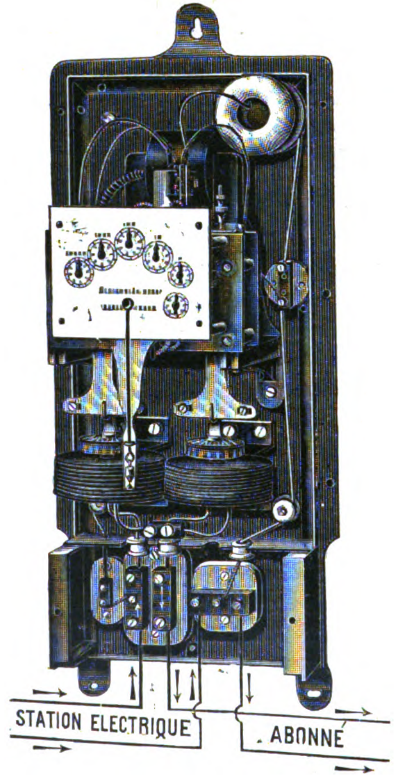


Fig. 2. — Compteur ouvert.

Les appareils d'utilisation, lampes et moteurs, alimentés par des courants triphasés, peuvent être groupés suivant le montage en triangle ou suivant le montage en étoile.

La combinaison de ces deux modes de groupements constitue le système mixte.

Quand on n'emploie que trois conducteurs pour la distribution, on dispose d'une tension U entre deux quelconque de ces conducteurs.

Si on fait usage du montage en triangle, la tension sur chaque pont est U.

Si on emploie le montage en étoile, la tension sur chaque branche de l'étoile est $\frac{U}{\sqrt{3}}$ et il y a nécessairement un point neutre.

(1) Voir l'*Electricien* du 3 et du 9 juin 1899.

Il est d'usage de grouper les lampes suivant le deuxième mode et de réserver le premier pour l'alimentation des moteurs, mais on peut aussi faire l'inverse.

Avec trois conducteurs, la surcharge d'une phase affecte les autres phases, relativement à

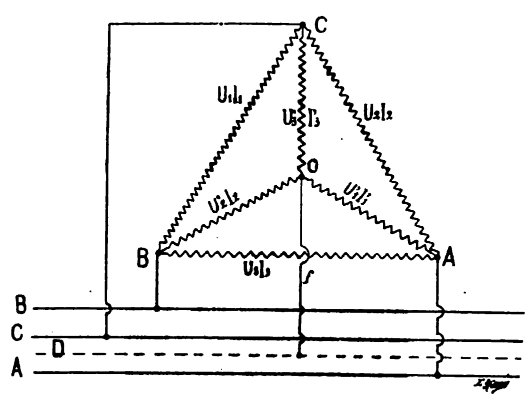


Fig. 3. — Schéma théorique du montage mixte en triangle et en étoile avec ou sans fil neutre.

la diminution de tension. C'est le cas qui se produit quand les lampes ne sont pas également réparties.

Si on fait usage d'un quatrième conducteur, appelé fil neutre, puisque c'est à lui que se réunissent les points neutres des divers groupements du réseau, on fait disparaître l'influence de la surcharge d'une phase sur les autres.

La section du fil neutre est inférieure à celle des autres conducteurs, puisque ce fil ne supporte que le courant en excès de la phase surchargée.

L'emploi du fil neutre se répandant de plus en plus, M. Aron a combiné un compteur pour distributions mixtes par courants triphasés avec quatre fils.

Ce compteur indique exactement l'énergie totale consommée, que les phases soient également ou inégalement chargées. Il s'applique d'ailleurs aussi bien au cas d'un système de distribution triphasée avec trois conducteurs seulement qu'à celui où l'on emploie un quatrième fil.

Considérons (fig. 3) une disposition schématique de la distribution mixte avec un quatrième fil.

Soient A, B, C, les conducteurs principaux AD le fil neutre aboutissant en O.

Les circuit OA, OB, OC, sont soumis aux tensions U_1, U_2, U_3 et les intensités des courants qui y circulent sont I_1, I_2, I_3.

Les circuits CB, CA, BA, sont respectivement soumis à des tensions U'_1, U'_2, U'_3 valant $\sqrt{3}$ fois les précédentes et sont parcourus par des courants I'_1, I'_2, I'_3.

La puissance totale est évidemment égale à la somme des puissances dans les six circuits considérés ; sa valeur est :

$$(1) \qquad P = U'_1 I'_1 + U'_2 I'_2 + U'_3 I'_3 + U_1 I_1 + U_2 I_2 + U_3 I_3$$

Dans l'un des trois triangles AOB, BOC, COA, on a pour expression des tensions, dans BOC par exemple,

$$U'_1 = U_3 - U_2$$

de même pour COA, $U'_2 = U_1 - U_3$

et pour AOB, $U'_3 = U_2 - U_1$

Portons ces valeurs dans (1) il vient :

$$P = (U_3 - U_2)\, I'_1 + (U_1 - U_3)\, I'_2 + (U_2 - U_1)\, I'_3 + U_1 I_1 + U_2 I_2 = U_3 I_3$$

ou bien

$$(II) \qquad P = (I_1 + I'_2 - I'_3)\, U_1 + (I_2 + I'_3 - I'_1)\, U_2 + (I_3 + I_1 + I'_2)\, U_3$$

Les phases étant inégalement chargées on peut poser :

$$A + B + C \gtrless 0$$

et la valeur de A est :

$$A = I_1 + I'_2 - I'_3$$

de même $B = I_2 + I'_3 - I'_1$

$$C = I_3 + I'_1 - I'_2$$

Portons les valeurs de A, B, C, dans (II) il vient :

$$(III) \qquad P = AU_1 + BU_2 + CU_3$$

C'est l'expression générale de la puissance, telle qu'elle a été établie par Fröhlich, pour le cas des couplages en triangle et en étoile avec charges inégales des phases. Nous pouvons remarquer que la somme algébrique des tensions entre le point neutre O et les sommets A, B, C, est nulle, et écrire :

$$U_1 + U_2 + U_3 = 0$$

d'où $U_3 = -(U_1 + U_2)$

Remplaçons U_3 par sa valeur dans (III) on a :

$$P = AU_1 + BU_2 - C\,(U_1 + U_2)$$

ou bien :

$$P = AU_1 - CU_1 + BU_2 - CU_2$$

d'où enfin :

$$\text{(IV)} \qquad P = U_1 (A - C) + U_2 (B - C)$$

C'est cette relation que le Dr Aron a trouvée et qu'il a utilisée pour réaliser le compteur pour distributions mixtes triphasées.

Le balancier de gauche a sa bobine influencée par deux bobines fixes respectivement intercalées sur les conducteurs A et C, la bobine C agissant en sens inverse de la bobine A. Cette bobine accélère donc les oscillations du balancier, si la bobine A les retarde et inversement.

De même les bobines fixes C et B agissent toutes deux sur le balancier de droite et leur action est également de sens inverse.

Enfin les balanciers ont leurs bobines respectivement soumises aux tensions U_1 et U_2. Les fils de sortie de ces bobines sont reliés au fil neutre, s'il existe, et simplement soudés entre eux, s'il n'y a pas de fil neutre. Les entrées de ces bobines sont, d'autre part, dérivées sur les conducteurs B, A.

La figure 4 montre comment doivent être reliées les diverses bobines fixes et mobiles du compteur.

Celui-ci enregistre l'énergie dépensée dans les appareils d'utilisation X, Y.

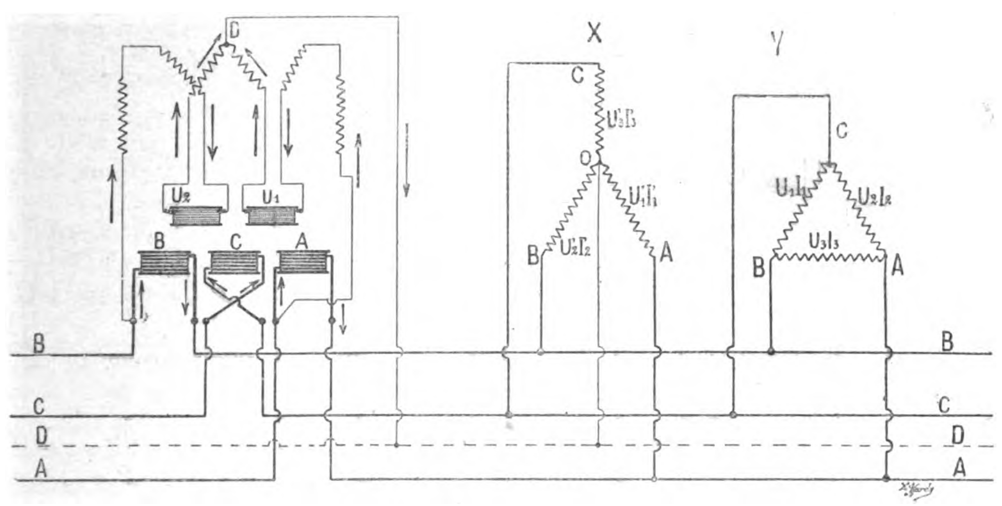


Fig. 4. — Schéma de montage du compteur Aron pour distribution mixte par courants triphasés, avec ou sans conducteur neutre.

A un instant donné, les courants circulent dans les enroulements du compteur comme le montrent les flèches.

Bien que cette disposition soit très simple, il y a des cas où elle est d'une application difficile.

Dans les compteurs Aron, les balanciers sont toujours au même écartement, afin de ne pas modifier le mécanisme et de conserver à tous les instruments le même encombrement. Il peut alors arriver qu'il n'y ait pas une place suffisante pour loger les trois bobines fixes sur un même plan horizontal. Ceci se présente, par exemple, pour les compteurs qui doivent supporter des courants intenses. Les bobines fixes n'ont, dans ce cas, qu'une spire, mais leur diamètre est, par contre, relativement grand.

On dispose alors les bobines comme le montre la figure 5. Les bobines fixes de gauche et de droite sont à leur écartement normal. La bobine fixe médiane est disposée en dessous des précédentes et à une distance que nous allons déterminer.

Nous pouvons remarquer pour cela qu'à un instant donné on a :

$$U_1 = U'_2 + U_3$$
$$U_2 = -U'_1 + U_3$$

A ces équations ajoutons l'identité

$$U_1 = U_3$$

et multiplions respectivement les divers membres par

A, B, C

nous obtenons :

$$A U_1 = A U'_2 + A U_3$$
$$B U_2 = -B U'_1 + B U_3$$
$$C U_3 = C U_3$$

La puissance P a donc aussi pour valeur :

$$P = A U_1 + B U_2 + C U_3 = A U'_2 - B U'_1 + U_3 (A + B + C)$$

Mais l'expression

$$A + B + C = 0$$

valable dans le cas de phases également chargées, devient

$$A + B + C = -D$$

si les charges sont inégales ; on a donc :

$$(V) \qquad P = A U'_2 - B U'_1 - D U_3$$

d'un autre côté :

$$U_1 + U_2 + U_3 = U'_2 - U'_1 + 3 U_3 = 0$$

d'où

$$U'_1 - U'_2 = 3 U_3$$

$$U_3 = \frac{U'_1 - U'_2}{3}$$

L'équation V devient enfin :

$$(VI) \quad P = A U'_2 - B U'_1 - D \frac{U'_1 - U'_2}{3}$$

Les bobines fixes traversées par les courants A et B agissent comme précédemment sur les balanciers soumis aux tensions U'_2 et U'_1.

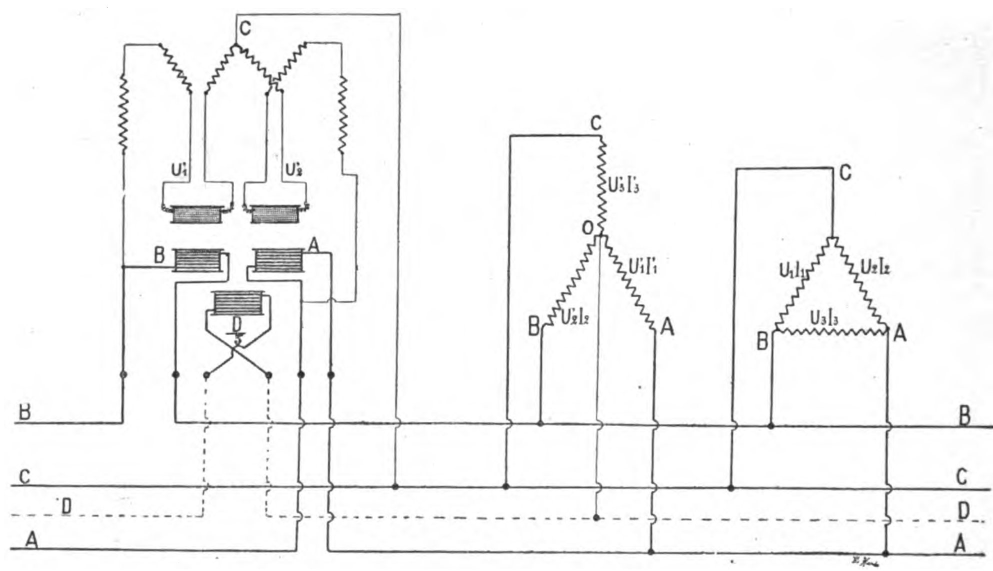


Fig 5. — Schéma de montage du compteur Aron (2e disposition des bobines fixes.)

La troisième bobine fixe, intercalée sur le fil neutre D, agit aussi sur les balanciers, mais son effet doit être de sens inverse et trois fois moindre que l'effet des bobines A ou B.

Dans ces conditions, la bobine fixe médiane est disposée en dessous des bobines A B et à une distance telle, que son effet soit le tiers de celui qu'on obtiendrait si cette bobine était dans le même plan que les autres.

Comme précédemment, les balanciers ont leurs bobines reliées aux conducteurs A, B; mais, cette fois, la sortie de ces bobines est réunie au conducteur C.

S'il n'y a pas de conducteur neutre, la bobine D demeure inerte et ses bornes restent libres.

En résumé, le compteur Aron, pour distributions mixtes par courants triphasés, s'applique à tous les cas, que la distribution comporte ou non un fil neutre.

Si les dimensions des bobines fixes empêchent de choisir la disposition figure 4, on emploie celle de la figure 5.

La solution est donc tout à fait générale et il était intéressant de la signaler (1).

M. Aliamet.

INFLUENCE DE L'HUILE

SUR LES PROPRIÉTÉS ISOLANTES DU MICA

Le mica et l'huile sont deux isolants fréquemment employés dans les constructions électriques. Ils sont donc exposés à se rencontrer et, de prime

(1) Adresse du constructeur : Compteurs Aron, 200, quai Jemmapes, Paris.

abord, on pourrait penser qu'il n'y a à cela aucun inconvénient. Or, il n'en est rien : M. T. O. Moloney vient en effet de constater que la présence de l'huile réduit considérablement la valeur du mica comme isolant, et cela à tel point qu'il peut ne plus supporter la moitié de la tension à laquelle il résistait lorsqu'il était sec.

En voici deux exemples : 1° un morceau de mica indien, placé entre deux surfaces dressées, supportait sans céder une tension alternative de 16 000 volts. Le courant a été alors interrompu et la surface du mica légèrement recouverte d'huile de paraffine. Portée de nouveau entre les deux surfaces dressées, la plaque de mica s'est percée sous une tension alternative de 9000 volts; 2° une autre plaque de mica indien résistait, dans les mêmes conditions, à 8000 volts lorsqu'elle était sèche. Après application de l'huile, elle se perçait sous 4000 volts.

M. Moloney a d'ailleurs expérimenté avec diverses sortes d'huile (huile de paraffine, huile de lin, huile de graissage) et elles ont donné à peu près le même résultat. L'effet est encore le même si le mica est immergé dans l'huile.

Mais l'isolement n'est pas réduit si on recouvre la surface du mica d'une couche d'eau.

Ces observations conduisent à prendre quelques précautions dans les emplois industriels du mica comme isolant et montrent qu'il est d'une importance capitale d'éviter son contact avec l'huile. On voit que, en particulier, il faut éviter l'emploi de l'huile dans les condensateurs isolés au mica; que les collecteurs à haute tension isolés au mica, et placés au voisinage d'un coussinet, doivent être convenablement garantis et que, enfin, il faut éviter l'emploi du mica dans les transformateurs isolés à l'huile.

F. Drouin.

RÉGLEMENTATION
DES DISTRIBUTIONS ÉLECTRIQUES D'ÉNERGIE
DANS LES DIVERS PAYS

(*Suite et fin* (1)

Voici un autre élément de la question. Dans toutes les lois, sauf dans le projet allemand, on tend à décréter d'utilité publique toute ligne de distribution passant d'un centre à un autre.

En France, la loi sur les tramways consacre un principe analogue en en faisant accorder la concession par l'Etat dès que la ligne emprunte le territoire de plusieurs communes.

En Belgique, nous avons quelque chose de semblable à propos de la loi sur les chemins de fer vicinaux, laquelle a été étendue à certains tramways urbains.

En Suisse, le respect de l'autorité cantonale est très grand et, d'autre part, la souveraineté des cantons en matière législative est à peu près absolue, de sorte que pendant longtemps les législations cantonales en matière de lignes de transport étaient complètement différentes d'un canton à l'autre. Cette situation a souvent rendu impossible la constitution de réseaux importants. La nouvelle loi fédérale porte remède à cette situation et constitue un code unique sur cette question, code applicable à la Suisse entière.

Elle place les lignes de distribution électrique sur le même pied que les chemins de fer. Le droit d'expropriation est fixé par poteau. C'est là la fixation d'un principe considérable et bien contraire à ce qui se fait notamment en Belgique.

En Belgique, nous savons tous qu'il peut suffire du mauvais gré d'un paysan entêté pour retarder quelquefois pendant des années l'exécution d'un simple raccordement de chemin de fer industriel.

En Allemagne, pareille vexation est impossible depuis la loi de 1878. Dès qu'un travail de l'espèce est décrété d'utilité, il ne peut plus survenir de difficultés provenant de la mauvaise volonté de qui que ce soit; le notaire de la localité procède d'office à l'estimation. Si le chiffre qu'il fixe pour l'indemnité due au propriétaire est jugé par celui-ci insuffisant, la question peut être portée devant une juridiction supérieure. Mais, et c'est là la disposition la plus intéressante de la loi, le travail reconnu d'utilité publique n'est nullement retardé du chef de cette contestation. Il suffit que l'industriel intéressé effectue entre les mains de l'Etat, à une caisse de dépôts et consignations, le dépôt d'une caution égale au premier prix fixé pour l'expropriation. — Ce dépôt effectué il est autorisé à passer outre.

J'aborde l'examen d'un cas spécial de lignes de transport d'énergie, celui des tramways. L'expérience prouve que beaucoup de phénomènes gênants pour l'exploitation des téléphones, d'abord attribués à l'induction, ont, en réalité, pour cause le défaut d'isolement.

On sait que les tramways électriques de Lugano fonctionnent avec courants polyphasés. Au début de l'exploitation, le troisième conducteur était constitué par les rails eux-mêmes. Or, on n'a pas tardé à constater que les services téléphoniques et même télégraphiques voisins étaient absolument troublés par le tramway. Après de longues recherches, on s'est avisé d'isoler le troisième conducteur du tramway et on a eu la satisfaction de constater que les perturbations disparaissaient du coup.

Au début les télégraphes suisses ont fortement grevé les budgets des exploitations de tramways et de transport avant que l'on ait pu se rendre compte de la nature des perturbations.

(1) Communication faite le 20 décembre 1900 à la Société belge d'Electricien. — Voir l'*Electricien*, page 108.



Dans les réseaux de transport on n'a pas tardé à découvrir qu'une cause continuelle de perturbations résidait dans les arbres situés le long des lignes. En effet, par suite de la chute des branches, certaines d'entre elles viennent se mettre en contact avec les lignes, tout en restant encore attachées à l'arbre; dans ces conditions, la ligne se trouve mise à la terre. Peu à peu il se produit en ce point un échauffement du métal qui, par le fait, se recuit, perd de sa résistance mécanique, s'allonge et finit par se couper en donnant lieu à la formation d'un arc voltaïque.

Les arbres sont donc nuisibles le long des lignes à haute tension. En Suisse, on a reconnu qu'il en était ainsi et je vous dirai comment on a établi les exploitations de lignes de transports à cet égard.

Dans le cas des tramways, même à courant continu, les arbres causent aussi des accidents des plus sérieux.

Cette cause de perturbations a été reconnue comme l'une des plus importantes.

C'est pour obvier à tous ces inconvénients que le projet de loi suisse porte à son article 15 : « Les branches d'arbres menaçant la sécurité ou l'emploi d'une ligne à fort courant doivent être enlevées par le propriétaire de l'arbre.

« L'administration de l'installation à fort courant fait aviser le propriétaire par l'entremise de l'autorité locale. Elle est autorisée à procéder elle-même à l'enlèvement, s'il n'est pas satisfait à sa demande, dans le délai de huit jours, après avis officiel.

« Si les deux parties ne réussissent pas à s'entendre, le gouvernement cantonal désignera l'autorité locale chargée de statuer définitivement sur les indemnités à payer. »

Comme on le voit, cette disposition constitue une véritable expropriation partielle des propriétaires d'arbres. Le Conseil fédéral l'ayant jugée un peu excessive l'a, après une longue discussion, remplacée par la disposition suivante :

« Les branches d'arbres menaçant la sécurité ou l'emploi d'une ligne à faible ou à fort courant existante doivent, sur la demande de l'entreprise, être enlevées par le propriétaire de l'arbre moyennant indemnité.

« Si le propriétaire conteste le bien-fondé de la demande ou si les deux parties ne peuvent parvenir à s'entendre sur le chiffre de l'indemnité, le gouvernement cantonal désignera l'autorité locale qui devra statuer définitivement dans le délai de huit jours au plus; cette autorité pourvoira, en cas de besoin, à l'exécution de son jugement. Les frais seront à la charge de l'entreprise. »

Dans cette rédaction nouvelle adoptée définitivement la forme légale est mieux observée, mais les entreprises sont assurées que les administrations cantonales feront le nécessaire pour que les arbres gênants disparaissent dans les huit jours. L'industrie obtient donc pleine et entière satisfaction.

Je pense, Messieurs, que notre Société a pour devoir de prendre une attitude dans cette importante question de la législation en matière de réseaux électriques, car notre pays aussi est appelé à faire largement usage de réseaux à haute tension et il importe que l'essor de cette industrie ne soit pas entravé par des prescriptions maintenues avec d'autant moins d'équité qu'elles sont plus mal étudiées.

C'est véritablement à notre Société qu'incombe le devoir de tracer le programme de loi à faire aussi bien qu'elle l'a fait pour la loi sur les unités de mesures.

C'est dans ce but que j'ai cru devoir apporter ici quelques-uns des éléments qui peuvent servir de base à cette étude et j'engage nos honorables confrères à réunir les matériaux de ce genre.

L. Gérard.

LAMPE DUFLOS

La lampe Duflos, qui figurait à l'Exposition, appartient à la classe des lampes en dérivation à point lumineux fixe (1).

Son mécanisme est très simple et d'un volume aussi réduit que possible : l'inventeur s'est attaché à supprimer tous les organes délicats tels que ressorts, cordelettes, pointeaux, freins, etc., qui très souvent entravent le bon fonctionnement des régulateurs.

Cette lampe est établie de façon que son adaptation aux courants continus ou aux courants alternatifs d'une fréquence quelconque puisse être obtenue d'une façon simple et rapide par la seule modification du solénoïde de réglage.

La figure schématique suivante montre le mécanisme de la lampe : les deux porte-charbons sont rendus solidaires par une chaîne de Vaucanson *c* dont les maillons s'engagent sur un pignon denté *f*; ce pignon est calé sur le même axe *a* qu'une grande roue dentée R. Sur cet axe peut en outre osciller librement une pièce coudée *c c'*, portant à l'extrémité *c'* un petit pignon *p* qui vient engrener avec la roue R et une roue *r* à dents longues et inclinées; dans les dents de cette dernière roue peut venir s'engager un doigt d'arrêt *d* qui est fixe.

L'extrémité inférieure du noyau N du solénoïde B, monté en dérivation aux bornes de la lampe, est reliée à un levier *v* L P, mobile autour du point *v*, de façon à rendre les mouvements de ce levier solidaires de ceux du noyau N.

Ces mouvements sont transmis à la pièce *c c'*

(1) Constructeurs : MM. Combier et Duflos, 12, rue du Delta, Paris.

par l'intermédiaire d'une bielle *b*. Enfin, P est un contrepoids qui est destiné à équilibrer l'ensemble.

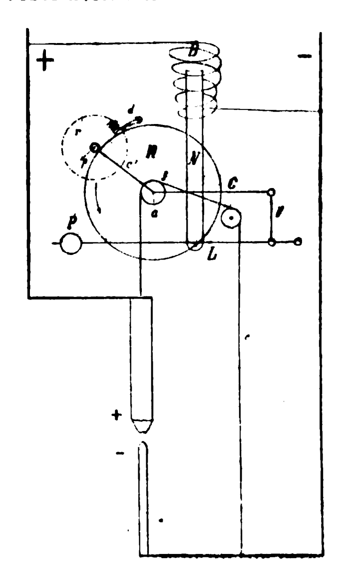
Le poids du porte-charbon supérieur et les mouvements du noyau du solénoïde sont utilisés comme moteurs pour la manœuvre de tous les organes, de telle sorte que, en dehors de l'action magnétique du courant de réglage, qui est équilibré par le poids du noyau du solénoïde, la pesanteur est la seule force à laquelle soient soumis ces organes; les efforts en jeu sont donc constants.

A l'allumage les crayons sont écartés; la différence de potentiel aux bornes de la bobine du solénoïde B est maximum; par suite, le noyau N est énergiquement attiré. Dans son mouvement ascensionnel, il soulève le levier *v* L P et, par l'intermédiaire de la bielle *b*, fait osciller la pièce *c c'*; le bras *c'* de cette pièce, en s'abaissant, dégage la dent de la roue à rochet *r* qui était en prise avec le doigt fixe *d*; cet arrêt immobilisait tout l'ensemble; aussi, dès qu'il est supprimé, la roue dentée R se met à tourner dans le sens de la flèche sous l'action du poids du porte-charbon positif; elle entraîne dans sa rotation le pignon *p* et la roue *r* qui sont calés sur le même axe. Ces deux pièces qui tournent, bien entendu, en sens inverse, continuent leur mouvement jusqu'à ce que les charbons soient en contact. A ce moment, comme la différence de potentiel aux bornes de la lampe diminue brusquement, le noyau N retombe faisant basculer la pièce *c c'* dont le bras *c'* se relève rapidement.

La roue *r*, qui est fixée à l'extrémité de ce bras, est projetée sur l'arrêt fixe *d* qui pénètre dans une dent de cette roue dont la denture, avons-nous dit, est très longue; or, dès que le doigt *d* a commencé à s'engager dans une dent, il immobilise la roue *r* : à partir de ce moment, cette roue est donc devenue solidaire de la roue R : la pièce *c c'*, en continuant son mouvement, va, par suite, entraîner la roue R en sens inverse de la flèche sous l'effort du petit pignon *p*. Ce petit mouvement de recul est employé pour provoquer l'écart des charbons nécessaire pour l'allumage et il a eu d'autre part pour effet d'engager à fond le doigt *d* dans la dent de la roue *r*.

Le réglage est facile à comprendre; à mesure que l'arc s'allonge et que, par suite, le courant dans la bobine B augmente d'intensité, le noyau N est soulevé graduellement jusqu'à ce que le déplacement correspondant de la pièce *cc'* ait acquis une valeur suffisante pour faire dégager la roue *r* de la dent fixe *d*.

A ce moment, la roue R devenant libre obéit à l'action du poids du porte-charbon positif et le rapprochement des charbons s'opère, mais est immédiatement arrêté par une nouvelle immobilisation de l'ensemble dû à la mise en prise du doigt dans la dent suivante de la roue *r*; le doigt s'engage dans cette nouvelle dent sous l'action des petites oscillations du noyau qui se produisent au moment du réglage. Ces oscillations étant multipliées par la pièce *c c'* n'ont besoin d'avoir qu'une très faible amplitude pour produire ce résultat; comme, d'autre part, la denture de la roue *r* est très fixe, la lumière reste bien fixe.



Le réglage de la lampe se fait au moment de la construction en donnant au noyau N le poids convenable pour obtenir le défilement des porte-charbons dès que la différence de potentiel aux bornes de l'arc a atteint la valeur choisie.

La construction de cette lampe est très robuste; les deux plateaux sont en fonte de fer solidement entretoisés par des boulons en acier; les pièces composant le mécanisme sont assemblées au moyen de goupilles, de façon à ce qu'elles ne puissent se dérégler en marche et elles sont toutes interchangeables.

Les frottements sont assez faibles pour que la lampe puisse fonctionner avec du courant continu à partir de 2 ampères et à partir de 3 ampères avec du courant alternatif.

Le montage peut se faire sous 110 volts par deux lampes en série sur lec ourant continu et par trois en série sur le courant alternatif. Le fonctionnement est également bon par dix lampes en série sous 500 volts.

A. BAINVILLE.

LES COURANTS ALTERNATIFS EN TÉLÉGRAPHIE [1]

Le courant alternatif, qui est la forme de courant que fournissaient les premières machines électromagnétiques, est demeuré pendant longtemps sans application bien sérieuse; ces machines ne sont réellement entrées dans la pratique que le jour où, par l'adjonction du commutateur, on a pu leur faire produire un courant continu. bientôt, cependant, on a constaté que le courant continu ne permettait pas, en toutes circonstances, de satisfaire aux exigences sans cesse croissantes de l'industrie électrique et, chose digne de remarque, c'est le courant alternatif, l'abandonné de la première heure, qui a été appelé à la rescousse; c'est à lui qu'on a demandé d'exécuter le travail pour lequel le courant continu se montrait insuffisant.

C'est ainsi que nous avons vu s'établir ces exploitations de grande envergure, où le courant alternatif se trouve utilisé au transport à distance de quantités considérables d'énergie. C'est également la raison pour laquelle les efforts des innovateurs convergent vers l'étude de ce genre de courant, ce qui nous vaut chaque jour une application nouvelle.

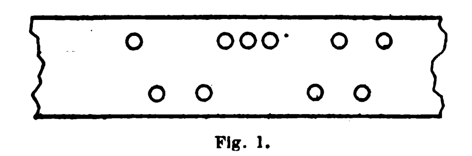


Fig. 1.

Faut-il chercher ailleurs que dans cette sorte d'engouement, — bien justifié, — le fait de l'apparition des télégraphes rapides à courant alternatif? Je ne le pense pas. Mais il nous importe peu de connaître la cause; contentons-nous d'envisager l'effet; cet effet qui se traduit par les merveilles dont je vais vous entretenir.

Avant tout, cependant, je voudrais vous parler d'un système télégraphique des plus intéressants, dans lequel, si le courant n'est pas, à proprement parler, alternatif, les deux sens de courant se trouvent assez fréquemment employés en alternance. J'ài nommé le télégraphe chimique de Delany.

Dans ce télégraphe sont utilisées les propriétés électrolytiques du courant. Je rappellerai que dans toute électrolyse l'élément métalloïde se rend au pôle positif, à l'anode, tandis que le métal se dépose sur l'électrode négative, la cathode. Une bande de papier sec s'oppose à la circulation du courant électrique parce qu'elle est un isolant; mais si nous la trempons dans une solution de cyanure de potassium, elle s'imprègne de liquide et, en raison de son état humide, elle devient conductrice. Si, sur une bande ainsi préparée, nous faisons appuyer deux stylets de fer l'un relié au pôle positif, l'autre en communication avec le pôle négatif d'une pile, il y aura circulation de courant à travers le papier et le cyanure de potassium sera électrolysé. Le cyanogène se rendra au stylet positif avec la matière duquel il se combinera pour former un composé de fer et de cyanogène, vulgairement appelé bleu de Prusse. Nous verrons le papier bleuir sous le stylet positif et si, pendant que le courant agit, nous faisons avancer la bande, il s'y tracera une ligne bleue qui ne prendra fin que quand le courant se trouvera interrompu. Aucune coloration, aucun signal ne se formera au stylet négatif.

Dans le système Delany, la transmission s'effectue automatiquement, à l'aide d'une bande en papier fort, perforée à l'avance. C'est le code Morse qui est employé. Une ouverture faite sur l'arrière de la bande représente un point; produite sur l'avant, elle figure un trait. Les espaces sont simplement des longueurs de bande sans perforation. Les lettres A (point, trait), B (trait, point, point, point) et C (trait, point, trait, point) se présentent comme le montre la figure 1.

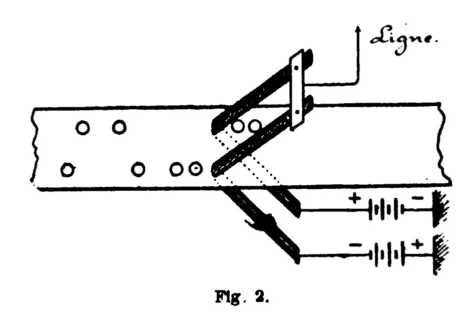


Fig. 2.

La bande ainsi préparée passe entre deux paires de balais métalliques (fig. 2); elle est entraînée par une sorte de laminoir actionné par un petit moteur électrique. Les balais placés au-dessus de la bande sont en communication avec le fil de ligne; pour ce qui est des balais touchant la bande par dessous, l'un est relié au pôle positif d'une pile dont le négatif est à la terre, l'autre communique avec le pôle négatif d'une seconde pile, dont le positif est à la terre. Quand une ouverture de la bande se présente entre deux balais superposés, ceux-ci viennent en contact et la ligne reçoit une émission de courant qui est positive lorsqu'il s'agit d'une ouverture-point et négative quand c'est une ouverture-trait qui se présente. Lorsque les balais ne se touchent pas (absence de perforation), il va de soi qu'aucun courant n'est transmis.

Le récepteur se compose de trois petites tiges de fer appuyant légèrement, par leur extrémité, sur une bande de papier préparée au cyanure de potassium. Les deux tiges placées vers l'extérieur (fig. 3) communiquent avec la terre; celle du

(1) Communication faite à la Société belge d'électriciens, le 20 décembre 1900.



milieu est reliée à la ligne. La bande est entraînée par un laminoir semblable à celui du transmetteur et également actionné par un moteur électrique de petites dimensions. Quand un courant positif vient de la ligne, ce qui se présente lorsque deux balais du transmetteur se touchent à travers une ouverture-point, la tige du milieu devient anode, — les deux autres sont négatives, — et il se trace une petite ligne bleue au milieu de la bande. Lorsqu'un courant négatif est reçu de la ligne, c'est-à-dire quand deux balais viennent en contact à travers une ouverture-trait, la tige du milieu est négative, et les deux autres représentent l'anode. Deux petites lignes bleues apparaissent alors sur la bande, une sous chaque tige extérieure. Il se fait donc que, sur la bande d'arrivée, les points sont figurés par un trait simple (—), et les traits par un trait double (=). Les trois lettres de tantôt (ABC) seront reçues comme ceci : — = = — — — = — = —.

Au cours d'une expérience de laboratoire, le télégraphe électrochimique de M. Delany a pu donner un rendement de 8000 mots à la minute,

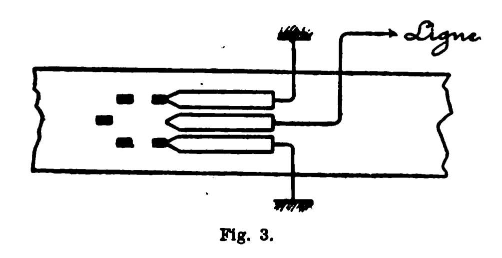


Fig. 3.

le papier enregistrant alors 112 000 signaux à la minute, soit 1860 à la seconde. Cet énorme rendement s'explique par ce fait que, à l'inverse de ce qui existe dans la généralité des systèmes télégraphiques, le courant n'a ici aucun mécanisme à mettre en œuvre, aucun mobile à déplacer.

Dans le travail en ligne, où interviennent d'une façon nuisible les phénomènes de charge et de décharge, comme aussi les actions dues à la self-inductance, le rendement n'est pas aussi élevé. Il est cependant encore de 1000 mots à la minute sur des lignes de 800 kilomètres, et, grandissant à mesure que la distance diminue, il est de 3000 mots par minute sur les circuits de moins de 150 kilomètres.

Ainsi que je le disais tantôt, le télégraphe Delany n'utilise pas un courant alternatif. Il n'en serait ainsi que si des points et des traits étaient transmis en alternance, ce qui ne peut être le cas. MM. Crehore et Squier sont, à ma connaissance, les premiers qui aient imaginé un véritable télégraphe à courant alternatif. Je veux parler du synchronographe, qui emploie comme courant de travail les pulsations électriques d'un alternateur. La courbe de ce courant est une ligne sinusoïdale (fig. 4), c'est-à-dire que le courant, alternativement positif et négatif, passe, à des intervalles égaux, par une valeur nulle. La source électrique se trouve normalement en communication avec la ligne et les signaux ne sont pas formés par des émissions, mais par des interruptions de courant. Cependant, et c'est ici que se révèle l'esprit ingénieux des inventeurs, les ruptures et les fermetures qui se succèdent ne s'effectuent qu'au moment où le courant est à une valeur nulle, au moment où la ligne est libre de tout courant électrique. Il se fait ainsi qu'on ne doit compter ni avec les phénomènes électrostatiques ni avec les actions électromagnétiques. Ouvrir, puis refermer le circuit en tout autre moment que celui où le courant est nul, ce serait occasionner une déformation de

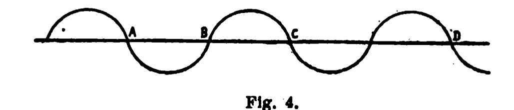


Fig. 4.

la courbe; de plus, chaque rupture donnerait lieu à une étincelle entre les points de contact de l'organe de transmission.

L'action combinée de la capacité électrostatique et de la self-inductance n'est pas absente, dans le circuit; mais que peut-elle faire? Décaler le courant par rapport à la force électromotrice. La courbe du premier ne coïncidera pas avec celle de la seconde; mais cela n'a aucune importance, attendu que la courbe du courant est seul à considérer.

Les signaux en usage au synchronographe sont

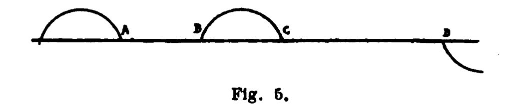


Fig. 5.

encore ceux du code Morse. Pour transmettre un point, on intercepte le courant pendant une demi-alternance (de A en B, fig. 4 et 5), on efface une demi-période de courant. Pour former un trait, on intercepte le courant pendant une alternance entière (de C en D), on efface toute la période. Ici encore, la transmission s'effectue au moyen d'une bande perforée, préparée à l'avance. Le déroulement de cette bande doit être opéré à une vitesse qui soit d'accord avec le régime des pulsations électriques, avec la marche de l'alternateur; s'il n'en était pas ainsi, les ruptures et les fermetures du circuit s'effectueraient le plus souvent à contre-temps. C'est dire qu'il doit exister un synchronisme entre l'alternateur et le transmetteur, d'où le nom de synchronographe.

Dans le récepteur, il est fait application du principe connu sous le nom de « pouvoir rotatoire magnétique ». On entend par là la propriété que possèdent certaines substances — le sulfure de carbone entre autres — de faire tourner d'un

certain angle le plan de polarisation d'un rayon de lumière polarisée, quand elles se trouvent dans un champ magnétique. Le récepteur est ainsi constitué : un fort rayon de lumière, polarisée par un nicol, est dirigé de façon à traverser de bout en bout un tube de verre rempli de sulfure de carbone liquide et placé à l'intérieur d'une hélice de fil conducteur intercalé dans le circuit de travail. A la sortie, le rayon est éteint au moyen d'un second nicol disposé, cela va de soi, de façon à produire cette extinction. La lumière demeure éteinte aussi longtemps que l'hélice ne produit pas de champ magnétique, aussi longtemps qu'aucun courant ne circule dans les spires; mais quand des courants sont reçus, le plan de polarisation subit une rotation, le second nicol cesse d'occuper par rapport à ce plan la position qui produit l'extinction de la lumière et celle-ci reparaît.

Les signaux sont donc caractérisés par la disparition du rayon lumineux pendant le temps pris par une demi-alternance pour le point et par une alternance entière pour le trait. Ils sont enregistrés sur du papier photographique animé d'un mouvement très rapide et impressionné à chaque apparition de la lumière. Le système donne 2000 mots par minute.

Un autre télégraphe à courant alternatif a vu le jour en ces derniers temps; il a été inventé par M. Rowland. C'est un système multiple, c'est-à-dire que plusieurs postes utilisent la ligne à tour de rôle. Chacun d'eux ne peut émettre un signal que quand la ligne lui est cédée. L'installation comprend un distributeur qui, son nom l'indique, distribue l'usage de la ligne aux divers postes. C'est là un arrangement dont la paternité revient au Français Meyer; il se rencontre dans le télégraphe Baudot et dans le multiplex Delany.

Le distributeur de Rowland fait 250 tours à la minute; cela veut dire que chaque poste dispose de la ligne 250 fois par minute.

Voici comment le système fonctionne : un alternateur transmet vers la ligne une suite de courants alternatifs, de fréquence uniforme et d'un caractère sinusoïdal. Les signaux sont produits par la suppression de demi-périodes de courant.

Chaque transmetteur, il y en a quatre, dispose pour chaque tour du distributeur, de onze demi-périodes (dans le principe c'était dix); il peut les laisser passer toutes vers la ligne et alors aucun signal n'est transmis, ou en supprimer, en effacer deux. A un signal donné correspond une combinaison particulière de neuf demi-périodes maintenues et de deux demi-périodes effacées.

L'appareil de transmission comporte quarante touches dont l'ensemble constitue un clavier semblable à celui d'une machine à écrire. Ai-je dit que le Rowland est un télégraphe imprimeur? Chaque touche agit sur deux pièces de contacts, d'une série de onze pièces et produit ainsi la suppression de deux des onze demi-périodes. Il y a toujours au moins une période entière entre les deux demi-périodes effacées. Pour chacune des touches, cela va de soi, les deux pièces de contact actionnées sont distinctes; en d'autres mots, chaque touche transmet, comme je l'ai dit tantôt, une combinaison particulière de neuf demi-périodes maintenues et de deux demi-périodes effacées.

Les opérateurs ne peuvent former un signal que quand le fil leur est cédé. Pour qu'ils ne manipulent pas à contretemps, chaque poste transmetteur comporte un électro-aimant, actionné par la distribution et qui empêche l'abaissement intempestif des touches. Le même organe maintient la combinaison produite jusqu'à ce qu'elle ait été transmise vers la ligne.

Au bureau de réception, les courants passent dans un relais polarisé à deux armatures. L'une d'elles est employée au réglage du synchronisme qui doit exister entre les deux distributeurs en relation. Voici de quelle façon : Les courants venant de la ligne impriment à cette armature un mouvement uniforme de va-et-vient. On peut se demander si le fait de supprimer, dans les courants transmis, deux demi-périodes sur onze ne doit pas rendre le mouvement de l'armature irrégulier. Il n'en est rien. Les demi-périodes pouvant être effacées sont toujours d'un même sens de courant; elles sont prises dans ce que j'appellerai les courants de repos. Or, comme l'armature est pourvue d'un système de rappel, il n'y a pas lieu de se préoccuper de la présence ou de l'absence de ces courants. L'armature, en se mouvant, transmet une suite de courants alternatifs vers deux condensateurs dans le circuit commun desquels se trouve intercalé un téléphone qui fait ainsi entendre des coups réguliers produits par la charge et la décharge des condensateurs.

Le poste récepteur comprend encore un petit moteur à courant continu accouplé, d'une façon rigide, avec un petit alternateur. Celui-ci est également relié aux deux condensateurs dont il vient d'être parlé. Quand le moteur tourne, l'alternateur transmet des courants alternatifs vers les condensateurs et le téléphone fait entendre les alternances. Mais le même téléphone bat déjà les mouvements de l'armature du relais de ligne ou mieux, les alternances envoyées par le poste correspondant. Dans ces conditions, il est bien évident que le téléphone indiquera jusqu'à quel point les deux actions qu'il enregistre marchent d'accord et que, se guidant d'après cela, il sera possible de modifier la vitesse du moteur — et, par conséquent, de l'alternateur, — jusqu'à ce que l'accord soit obtenu. A ce moment, le téléphone donnera des battements bien réguliers.

A côté de cela se trouve un second moteur à courant continu qui, lui, actionne le distributeur ainsi que les quatre récepteurs. Il s'agit maintenant d'établir un synchronisme parfait entre ce



second moteur et le premier. A cette fin, ils sont installés de telle façon que l'axe de l'un soit dans le prolongement de celui de l'autre et ils portent chacun un organe qui tourne avec leur induit. Les deux organes sont côte à côte et ils se réfléchissent dans un miroir où leurs images se superposent. Aussi longtemps que les mouvements des deux moteurs ne sont pas égaux, le miroir donne une image mobile; mais dès que l'accord des vitesses se trouve réalisé, l'image devient fixe. Cet accord s'obtient très facilement.

Comme dans tous les systèmes à marche synchronique, un arrangement de correction maintient l'accord entre la marche des deux distributeurs.

La seconde armature du relais de ligne communique successivement, par l'intermédiaire du distributeur, avec quarante-quatre relais-trieurs : onze par récepteur. Ces onze relais-trieurs reçoivent, à l'intervention du relais de ligne, la combinaison qui leur est envoyée par le transmetteur accouplé avec le récepteur considéré. Quand une demi-période de courant vient à manquer, l'armature du relais-trieur correspondant se déplace. La position des onze armatures représente la combinaison transmise.

Chaque combinaison particulière a pour effet de mettre sous courant un segment parmi les quarante segments que porte un tambour fixé sur l'axe de la roue des types. Quand le balai sous lequel tourne le tambour touche le segment sous courant, le mécanisme d'impression entre en jeu et le caractère qui, à ce moment, se présente devant le papier, est saisi au vol, comme dans le Hughes. En même temps les armatures des relais-trieurs qui ont été actionnés reprennent la position de repos.

Parmi les touches du clavier, il s'en trouve une dont l'abaissement produit, à l'arrivée, l'espace blanc qui sépare les mots; une autre renvoie le feuillet chaque fois qu'une ligne est imprimée, car il faut savoir que les télégrammes ne sont plus reçus sur une bande, mais directement sur le feuillet à remettre au destinataire. Une troisième touche fait avancer le papier de la quantité nécessaire pour obtenir l'écartement voulu entre deux lignes successives. Enfin, un arrangement spécial, purement mécanique, indique à l'opérateur du départ quand le moment est venu d'aller à la ligne.

Les feuillets portant les dépêches reçues sont pliés et insérés dans des enveloppes transparentes à travers lesquelles l'adresse peut être lue.

Le système peut être installé en duplex; il donne alors quatre transmissions dans chaque sens. Dans ces conditions, son rendement est, à raison de 45 mots par minute et par clavier, 360 mots imprimés à la minute.

On peut dire que M. Rowland a inventé la machine à écrire à distance et si le mérite d'avoir songé à l'utilisation si ingénieuse du courant alternatif doit être attribué à MM. Crehore et Squier, c'est à M. Rowland que revient l'honneur d'avoir donné d'emblée à la nouvelle application un développement tel qu'on ne doit pas s'attendre à le voir dépassé de sitôt.

J. Piérart.

TRANSFORMATEURS
POUR INSTALLATIONS EN SOUS-SOL

Distribution à 2 ponts non équilibrés.

On emploie de plus en plus dans les villes des conducteurs électriques souterrains et il en résulte une nécessité et des convenances spéciales qui obligent à établir des transformateurs en sous-sol. Ce mode d'installation réduit les difficultés de montage et de la mise en place, mais il est évident que ces transformateurs doivent présenter des caractères particuliers pour donner satisfaction dans des conditions de service assez dures : les regards ou caniveaux dans lesquels ils sont placés sont, la plupart du temps, humides et nécessitent une imperméabilité absolue des appareils; de plus, les dimensions de ces transformateurs doivent être appropriées aux proportions généralement réduites de ces regards et, comme les appareils restent en circuit d'une façon permanente, il est nécessaire de leur donner un rendement moyen très élevé. Enfin, comme il est difficile à l'air de pénétrer dans ces caniveaux, ces transformateurs doivent dégager très peu de chaleur.

On construit aujourd'hui des transformateurs de sous-sol à faible puissance pour des voltages usuels et des fréquences variant de 5 à 50 périodes : ces transformateurs sont absolument imperméables à l'eau et bien appropriés aux conditions d'un service permanent; leur enveloppe de fer est munie de deux projections de forme spéciale qui permettent de manœuvrer facilement l'appareil. Ces boîtes sont remplies d'huile ce qui maintient la température très basse.

Il a été donné aux bobines secondaires de ces transformateurs des dispositions spéciales qui permettent l'alimentation d'un réseau secondaire à trois fils non équilibrés avec égal voltage sur les 2 ponts et régulation de voltage presque parfaite. Nous dirons plus loin ce quelle est et comment elle est obtenue.

Une tablette de porcelaine porte les prises de courant à la façon ordinaire et permet de faire la connexion en série ou en parallèle des enroulements primaires et secondaires du transformateur. Grâce à cet arrangement, on peut faire les

connexions à l'intérieur de la boîte et il n'est pas nécessaire de faire sortir du transformateur plus de 2 conducteurs, lorsque le réseau secondaire est à 2 fils et de 3 conducteurs quand il est à 3 fils : cela permet d'amener les conducteurs extérieurs eux-mêmes avec leur enveloppe en plomb, à l'intérieur de la boîte du transformateur, sans aucune interruption de l'isolement.

Des dispositions ingénieuses assurent l'imperméabilité absolue des joints aux points d'entrée des câbles dans les transformateurs. Le câble sous plomb traverse un manchon métallique avec interposition du joint ordinaire des plombiers. Quand ce joint a été effectué, on serre étroitement le manchon sur son siège à l'aide d'un écrou placé à l'intérieur du transformateur. Ce dernier est recouvert d'un chapeau impénétrable à l'eau qui repose sur la boîte elle-même avec interposition d'une fourrure élastique imperméable, maintenue sous pression par un nombre convenable de boulons.

Equilibre de voltage et régulation.

En vue surtout de l'application aux réseaux de distribution à 3 fils, pour lesquels il est difficile de réaliser économiquement des voltages égaux sur les deux ponts inégalement chargés, on a le plus souvent employé des transformateurs du type « cuirassé ». Il est plus économique d'employer des transformateurs non cuirassés dont le noyau est composé de deux branches séparément enroulées : chaque branche porte un circuit primaire et chaque secondaire, correspondant à un pont du système à 3 fils, au lieu d'être monté sur une branche du transformateur, est composé de bobines réparties sur les deux branches : on donne de la sorte aux bobines composant les deux enroulements secondaires, la même résistance et la même inductance et on réalise ainsi un équilibre de voltage beaucoup plus parfait, comme le montrent les chiffres suivants :

1° *Transformateur « cuirassé »* portant pleine charge sur un pont et aucune charge sur l'autre :

Voltages respectifs : 51 v et 52 v.

Voltage à vide des deux ponts : 52 v.

2° *Transformateur à noyau ordinaire* à différents degrés et à différentes répartitions de charge :

	Premier pont.	Deuxième pont.
Charge. . . .	0	0
Voltage. . . .	104 v.	104 v.
Charge. . . .	27 amp.	27 amp.
Voltage. . . .	102,5 v.	102,5 v.
Charge. . . .	27 amp.	0
Voltage. . . .	87 v.	125 v.
Charge. . . .	54 amp.	54 amp.
Voltage. . . .	100,5 v.	100,5 v.
Charge. . . .	54 amp.	0
Voltage. . . .	63 v.	150 v.
Charge. . . .	0	54 amp.
Voltage. . . .	149 v.	63 v.

3° *Transformateur de même type* mais enroulé suivant le principe signalé plus haut :

	Premier pont.	Deuxième pont.
Charge. . . .	0	0
Voltage. . . .	104 v.	104 v.
Charge. . . .	18 amp.	18 amp.
Voltage. . . .	103,5 v.	103,5 v.
Charge. . . .	0	18 amp.
Voltage. . . .	103,8 v.	103,3 v.
Charge. . . .	18 amp.	0
Voltage. . . .	103,2 v.	103,8 v.
Charge. . . .	36 amp.	36 amp.
Voltage. . . .	102,1 v.	102 v.
Charge. . . .	0	36 amp.
Voltage. . . .	103,4 v.	102,6 v.
Charge. . . .	36 amp.	0
Voltage. . . .	102,7 v.	103,6 v.

JURISPRUDENCE

Société régionale d'éclairage électrique Ducommun et Cie contre la ville de Sisteron.

Au nom du peuple français,

Le Conseil d'État statuant au Contentieux,

Sur le rapport de la section du Contentieux.

Vu 1° la requête sommaire et le mémoire ampliatif présentés pour la Société régionale d'Eclairage électrique Ducommun et Cie, ladite requête et ledit mémoire enregistrés sous le n° 85 769 au secrétariat du Contentieux du Conseil d'État le 3 avril et le 6 juin 1895, et tendant à ce qu'il plaise au Conseil d'annuler un arrêté en date du 24 janvier 1895, par lequel le Conseil de préfecture des Basses-Alpes a refusé de lui accorder la résiliation du traité de concession en date du 10 mars 1890, par lequel elle s'est engagée : à fournir l'éclairage électrique pour les services publics et particuliers de la ville de Sisteron, le remboursement avec intérêts de la somme de 1 269 fr. 47, que la Société a dû payer en exécution de paiements, à divers propriétaires, d'ordonner une expertise pour évaluer des dommages-intérêts dus par la ville à raison de la résiliation du contrat, et réservé les dépens;

Ce faisant, attendu que l'article 6 du traité stipulait que la canalisation serait de préférence aérienne et ne serait souterraine que dans les parties où il serait très difficile de placer des fils aériens; que l'article 7 autorise la Société concessionnaire à établir par-dessus les maisons des cloches d'arrêts ou supports; que, par l'article 8, la municipalité considère comme travaux d'utilité publique, tous ceux d'installation, et s'engage à prendre toutes les mesures administratives nécessaires à cet effet; qu'en présence des réclamations

d'un certain nombre de propriétaires, le maire a, par un arrêté du 31 décembre 1890, imposé aux propriétaires l'obligation de supporter des consoles; que, excipant de l'illégalité de cet arrêté, deux propriétaires réclamèrent devant le tribunal civil, l'enlèvement des ouvrages déjà placés et des dommages-intérêts, et obtinrent gain de cause; lui allouer le bénéfice de ses conclusions de première instance et condamner la ville aux dépens, ceux de l'expertise réservés;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu le mémoire en défense présenté pour la ville de Sisteron, agissant poursuite et diligence de son maire en exercice, à ce dûment autorisé par une délibération du Conseil municipal en date du 28 novembre 1895, ledit mémoire enregistré ci-dessus le 19 février 1896, et tendant au rejet avec dépens de la requête de la Société d'éclairage électrique Ducommun et Cie, par ces motifs; que la Société s'est engagée à prendre à sa charge, à ses frais, risques et périls l'installation de l'usine et la pose de la canalisation; que l'article 7, en lui reconnaissant le droit de poser des supports sur les immeubles privés, en soumet l'exercice aux conditions déterminées par les lois et règlements en vigueur, lois que la Société ne pouvait ignorer; que l'autorité municipale n'a point qualité pour établir des servitudes d'utilité publique, et que si elle eût pris l'engagement d'en établir, cet engagement eût été nul et entraîné la nullité du contrat; que si, par l'article 7, la ville avait entendu s'engager à poursuivre des expropriations pour cause d'utilité publique, ce n'est pas à elle, mais à la Société qu'en eût incombé la charge; qu'en fait, la Société a indemnisé certains propriétaires; que l'arrêté municipal du 31 décembre 1890 est un acte de police et non un acte de gestion; qu'il est, d'ailleurs, entaché d'excès de pouvoir et, pour ces diverses raisons, ne saurait lier la ville; que, d'autre part, il résulte d'une délibération du Conseil municipal du 18 novembre 1889 que la ville n'entendait fournir aucune garantie à l'entrepreneur d'éclairage électrique;

Vu les observations du ministre de l'intérieur, enregistrées comme ci-dessus le 13 avril 1896;

Vu 2° la requête sommaire et le mémoire ampliatif présentés pour la ville de Sisteron, représentée par son maire en exercice, à ce dûment autorisé par délibération du Conseil municipal en date du 27 février 1896, ladite requête et ledit mémoire enregistrés comme ci-dessus sous le numéro 88 187 le 6 mai 1896 et le 16 juin 1896, et tendant à ce qu'il plaise au Conseil annuler un arrêté du 14 février 1896 par lequel le Conseil de préfecture des Basses-Alpes a rejeté sa demande reconventionnelle et l'a condamnée à tous les dépens, consistant dans les frais d'expertise, lui accorder le bénéfice des condamnations demandées par elle en première instance, le tout avec intérêts de droit, et condamner la Compagnie défenderesse aux dépens de première instance et d'appel, y compris les frais d'expertise;

Ce faisant, attendu que le conseil de préfecture a fait une appréciation inexacte des clauses du contrat en autorisant le concessionnaire à utiliser un canal dont la ville eût été propriétaire aux termes de la concession; que l'éclairage tant public que privé n'a été qu'incomplètement assuré par la Société et que celle-ci ne saurait invoquer comme force majeure une période de froid excessif, normal dans la région; que son moteur est, du reste, tout à fait insuffisant; que, dans de pareilles conditions, le service privé ne prend point d'extension, et que la ville se voit frustrée des bénéfices qu'elle était en droit d'espérer; que de ces divers chefs, elle est fondée à demander une indemnité de 60 000 francs, chiffre auquel elle évalue strictement le dommage qu'elle a subi :

Vu l'arrêté attaqué;

Vu le mémoire en défense présenté pour la Société régionale d'éclairage électrique Ducommun et Cie, agissant poursuite et diligence de son gérant, le sieur Ducommun, enregistré comme ci-dessus le 3 novembre 1896, et tendant à ce qu'il plaise au conseil, sous toutes réserves de son recours contre l'arrêt du 24 janvier 1896, rejeter le recours de la ville, maintenir l'arrêté avec toutes ses conséquences et condamner la ville en tous les dépens, par ces motifs : que le traité reconnait à la Société concessionnaire une faculté d'option entre un moteur hydraulique et un moteur à vapeur, faculté dont l'acquisition d'un canal d'amenée aurait pour effet de la priver; que d'ailleurs, elle a exécuté un branchement important qui deviendra la propriété de la ville et qui répond aux exigences du traité; que les interruptions de service signalées, résultaient bien d'états météorologiques exceptionnels; que l'instruction a établi que le moteur à vapeur existant répond aux besoins actuels; que par suite la ville n'a éprouvé aucun préjudice et n'est pas fondée à réclamer une indemnité;

Vu les observations du ministre de l'intérieur enregistrées comme ci-dessus le 23 février 1897 :

Vu le mémoire en réplique pour la ville de Sisteron, enregistré comme ci-dessus le 23 septembre 1898, et tendant aux mêmes fins et à un complément d'expertise par les mêmes moyens, et en outre, par ces motifs : que le contrat étant conclu pour trente années, l'option ne pouvait évidemment l'exonérer pendant une durée égale, et devait être faite au moment de la construction des ouvrages; qu'à défaut d'un système hydraulique, la Société était autorisée à établir deux moteurs à vapeur et qu'elle ne peut arguer du consentement de la ville, car il n'y a pas eu réception, même provisoire, des ouvrages; que la ville, devant au terme de trente ans se substituer à la Société, se trouve gravement lésée par l'insuffisance du matériel et des conditions de l'éclairage;

Vu les observations nouvelles présentées pour

la Société Ducommun, enregistrées comme ci-dessus le 25 novembre 1899 et tendant aux mêmes fins par les mêmes moyens et par ces motifs que limiter son droit d'option, c'est lui interdire toute amélioration; qu'elle a acquis sur le canal d'amenée un droit de jouissance perpétuel; qu'aux termes du traité, l'éclairage de la ville et le remboursement du cautionnement équivalent à la réception définitive des travaux et que le matériel a suffi à toutes les demandes de la ville ou des particuliers;

Vu le traité du 10 mars 1890;

Vu le rapport des experts;

Vu les autres pièces du dossier;

Ouï M. Roussel, maitre des requêtes, en son rapport;

Ouï Me Pérouse, avocat de la Société régionale d'éclairage électrique Ducommun et Cie, et Me Aguillon, avocat de la ville de Sisteron en leurs observations;

Ouï M. Saint-Paul, maitre des requêtes, commissaire du gouvernement en ses conclusions;

Considérant que les requêtes sus-visées sont dirigées contre deux arrêtés rendus dans la même instance; qu'il y a donc lieu de les joindre pour y être statué par une même décision;

En ce qui concerne la résiliation du traité et la garantie demandée à la commune;

Considérant qu'aux termes du traité la Société concessionnaire doit établir ce, à ses frais, risques et périls, l'usine électrique, le canal pour la force motrice, la canalisation aérienne ou sous les voies publiques, les lanternes, en un mot tout ce qui est nécessaires au bon fonctionnement de l'éclairage; que si la commune s'est engagée, en vertu du dit traité, à prendre des mesures nécessaires à l'exécution des travaux, cette disposition ne saurait avoir la portée que lui attribue la Société concessionnaire, ni prévoir des mesures contraires aux lois existantes ou excédant les pouvoirs conférés à l'autorité municipale; qu'en outre, il ne résulte d'aucune clause de contrat que la ville ait pris la charge des dommages qui pourraient être causés aux particuliers; que, par suite, la Société concessionnaire ne saurait être autorisée à réclamer la somme de 1 269 fr, 47 payée par elle à titre d'indemnités; qu'enfin elle n'établit pas que la ville ait contrevenu à aucune des dispositions du traité et que sa demande en résiliation doit être rejetée;

En ce qui concerne le canal d'amenée;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que la Société concessionnaire s'est conformée aux obligations que lui impose l'article 22, en assurant l'éclairage à l'aide de deux moteurs; qu'elle possède une faculté d'option entre les deux systèmes prévus par cet arrêté pendant toute la durée du contrat, et que, par suite, la commune n'est pas fondée à demander que la Société se rende propriétaire d'un canal d'amenée dont l'acquisition n'est pas actuellement indispensable au fonctionnement de l'usine;

En ce qui concerne la demande d'indemnité formée par la ville :

Considérant qu'il résulte du rapport des experts que le matériel suffit actuellement aux exigences des services prévus par le cahier des charges et que les interruptions qui ont pu être signalées ne sauraient être imputées à une faute de la Société, pouvant justifier, en dehors des pénalités prévues à l'article 17, la demande d'une indemnité;

En ce qui concerne les frais d'expertise :

Considérant que, la ville succombant dans sa demande d'indemnité, c'est à bon droit que le Conseil de préfecture l'a condamnée aux frais de l'expertise :

Décide :

Article premier. — Les requêtes susvisées de la Société régionale électrique de la ville de Sisteron sont rejetées;

Art. 2. — Les dépens seront supportés par moitié par la ville et par la Société;

Art. 3. — Expédition de la présente décision sera transmise au Ministre de l'intérieur.

(14 *décembre* 1900.)

BIBLIOGRAPHIE

Traité théorique et pratique d'électrochimie, par Adolphe Minet, directeur du journal l'*Electro-chimie*. Un volume grand in-8° de IV-586 pages avec 207 figures. Prix cartonné : **18 fr.** (Paris, Ch. Béranger, éditeur.)

L'ouvrage de M. Minet doit former deux volumes ; le premier qui vient d'être publié est celui que nous avons sous les yeux; le second, qui paraîtra ultérieurement, portera le titre de *Traité théorique et pratique d'électro-métallurgie*.

L'auteur qui, depuis plusieurs années, s'occupe spécialement d'électro chimie était parfaitement en situation d'entreprendre et de mener à bonne fin un travail aussi important et son traité vient à point au moment où les applications de l'électricité à la chimie prennent un développement considérable et constituent, pour ainsi dire, une nouvelle branche d'industrie.

Pour présenter ce traité à nos lecteurs, nous nous bornerons à indiquer le plan adopté et à énumérer les divers chapitres qui le constituent.

La première partie, *Théories de l'électrolyse*, est divisée en 11 chapitres. Le premier est réservé aux *constantes chimiques* et le deuxième, aux *unités mécaniques et électriques;* ces deux sujets si importants ont été exposés par l'auteur de manière à satisfaire à la fois les électriciens et les chimistes qui pourront, après la lecture de ces deux chapitres, aborder avec fruit l'étude de l'électro chimie pro-

prement dite, les uns et les autres ayant ainsi acquis les notions indispensables avec lesquelles ils n'étaient peut-être pas suffisamment familiarisés.

Le chapitre III, *Etalons, appareils étalons et instruments de mesure, méthodes de mesure des constantes électriques et électrolytiques*, est surtout destiné aux chimistes et forme le complément du deuxième.

Avec le quatrième chapitre, *phénomènes et constantes électrolytiques*, l'auteur entre dans le vif du sujet et rien n'embarrassera plus le lecteur pour étudier les divers systèmes électrolytiques objet des quatre chapitres qui suivent.

M. Minet a adopté, pour cette étude, assez complexe en elle même à cause du nombre considérable de facteurs dont il faut tenir compte, une méthode nouvelle de classement des systèmes électrolytiques qui en simplifient l'examen.

On sait que les conducteurs de l'électricité forment deux groupes bien distincts : les conducteurs de première classe, ceux qui, au passage du courant, sont seulement le siège de phénomènes calorifiques, sans que leur constitution se trouve modifiée, on les subdivise en conducteurs homogènes et hétérogènes; les conducteurs de seconde classe qui, traversés par le courant, subissent une modification moléculaire, accompagnée, dans certains cas, d'une reconstitution (transport d'un métal d'une électrode à l'autre) et où l'on observe des travaux de différents genres, travaux mécaniques, calorifiques, chimiques; ce sont les électrolytes.

Il a appelé système électrolytique l'ensemble de l'appareil comprenant l'électrolyte et les électrodes, c'est-à-dire les conducteurs par où entre et sort le courant, et il a compté trois types de systèmes électrolytiques : systèmes électrolytiques au repos, ou système à circuit ouvert, n'étant traversé, par conséquent, par aucun courant, et dans lesquels on n'a à déterminer seulement que la résistance et les forces électromotrices de contact; systèmes électrolytiques à l'état passif, c'est-à-dire traversés par un courant fourni par une source extérieure, et soumis à l'influence de ce courant, pour lesquelles à côté du phénomène électrolytique proprement dit et du dégagement de chaleur produit suivant la loi de Joule, il y a à étudier le phénomène Peltier aux contacts des électrodes et de l'électrolyte, la polarisation des électrodes et le transport des ions à l'état combiné; le système électrolytique à l'état actif ou systèmes électrolytiques envisagés comme sources d'électricité et dans lesquels sont compris les piles et les accumulateurs; ces systèmes sont le siège des mêmes phénomènes que les systèmes à l'état passif avec cette particularité que quelques-uns d'entre eux, comme par exemple le phénomène de Peltier, sont reversibles.

Les chapitres IX et X sont entièrement consacrés aux théories de l'électrolyse; adoptées généralement aujourd'hui, elles sont basées sur une conception première de Clausius; Arrhénius les a faites siennes en s'appuyant sur les travaux de van t'Hoff; Kohlrausch, Ostwald, Bouty, Hittorf sont venus les compléter.

Le chapitre XI est plus spécialement réservé aux recherches des physiciens français : les électrolytes fondus, par Lucien Poincaré; transport électrolytique des ions à l'état combiné, par Chassy; conductibilités électriques des acides organiques et de leurs sels par Daniel Berthelot; conductibilité moléculaire des sels en solution étendue, par Joubin; loi de dilution des solutions électrolytiques, par P.-Th. Muller; mesure de la pression osmotique des solutions très étendues de chlorure de sodium par A. Ponsot; les constantes thermiques, par Favre et par D. Tommasi, l'équilibre thermique dans l'électrolyse par D. Tommasi. Un travail tout récent, celui de Gouré de Villemontée, concernant la résistance électrique dans ses rapports avec la fluidité n'a pu être ajouté à ce chapitre, car il est postérieur à l'impression de ce traité.

La deuxième partie, traitement des composés chimiques ne donnant pas lieu à la production d'un métal, se compose de quatre chapitres comprenant : électrolyse de l'eau, électrolyse des acides et des hydrates basiques, électrolyse des sels, électrolyse appliquée à la chimie organique.

Les réactions chimiques de l'étincelle et de l'effluve électriques font l'objet unique de la troisième partie qui se termine par une étude remarquable de Berthelot sur cette question.

On voit la place importante qu'occupe l'électrochimie dans la science; elle n'est pas moins grande dans l'industrie.

Les applications de l'électro-chimie qui se résumèrent longtemps en des procédés de galvanoplastie et d'affinage de métaux, envahissent maintenant toutes les parties de la chimie; on n'emploie aujourd'hui dans l'industrie électro-chimique pas moins de 421 000 chx pour actionner les machines génératrices électriques, dont 380 000 empruntés aux forces naturelles; la valeur annuelle des produits de ces usines serait de près d'un milliard de francs.

Il était donc intéressant, à divers titres, de condenser dans un ouvrage les multiples questions qui se rattachent à l'électro-chimie, de fixer ainsi une étape, et d'indiquer les voies nouvelles du progrès dans cette partie de la science et de l'industrie, et cette tâche assez lourde, M. Minet l'a accomplie avec grand succès.

-oo-

Leçons sur l'électricité, par le capitaine du Génie Dumon. Un volume grand in-8° de VIII-484 p. avec nombreuses figures. Prix : 12 francs (Paris, librairie militaire R. Chapelot et Cie).

Le *Cours d'électricité* que vient de publier M. le capitaine du génie Dumon a été professé par lui à l'École d'application de l'artillerie et du génie et a déjà, sous sa première forme, été vivement apprécié du public scientifique. Il répond, en effet, au besoin — très défini à notre époque, où les applications de l'électricité sont de plus en plus nombreuses — d'un ouvrage constituant un moyen terme entre les traités théoriques, s'adressant seulement aux hommes de pure science, et les manuels pratiques, utiles aux seuls industriels. Il suffit, pour s'en rendre compte, de jeter un coup d'œil sur la table des chapitres de l'ouvrage, qui en montre clairement le plan : présenter sommairement les lois générales et les principes pour laisser la plus large place à la production, à l'utilisation et à la distribution de l'énergie électrique.

Ainsi conçu, le cours du capitaine Dumon atteint ce desideratum, assez difficile à réaliser, de donner, sans faire appel à des notions de mathématiques élevées, des idées nettes et simples sur les théories électriques, puis d'étudier les applications de l'électricité de façon complète, pratique et industrielle, mais sans se perdre dans des détails qui n'intéressent que le constructeur ou l'ouvrier.

Ajoutons enfin que quelques compléments, réunis à la fin du volume, dans un chapitre spécial, résument les principaux progrès réalisés dans la science électrique durant ces dernières années : travaux de Maxwell, de Tesla, de Hertz, rayons X, télégraphie sans fil, etc.

Voici les titres des différents chapitres de cet intéressant ouvrage :

I. Introduction.
II. Électricité.
III. Magnétisme.
IV. Électro-magnétisme.
V. Induction.
VI. Électrométrie.
VII. Générateurs électriques. — Piles et accumulateurs.
VIII. Machines à courant continu.
IX. Alternateurs et transformateurs.
X. Distribution de l'énergie électrique.
XI. Récepteurs thermiques et chimiques.
XII. Lumière électrique.
XIII. Télégraphie.
XIV. Microtéléphonie.
XV. Récepteurs mécaniques. — Électromoteurs continus.
XVI. Alternomoteurs et courants polyphasés.
XVII. Travaux récents sur l'électricité.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

SÉANCE DU 28 JANVIER 1901. — M. E. Lagrange adresse une note *sur la propagation des ondes hertziennes dans la télégraphie sans fil*, dans laquelle l'auteur dit que les rôles de la terre et de l'antenne émettrice, par exemple, ne sont pas encore bien définis. Si on laisse de côté l'influence que la terre joue sur la nature même des ondes produites, il semble que son rôle se borne à guider, comme le ferait un conducteur, les ondes émises par l'antenne et qu'elle ne joue en rien le rôle d'un diélectrique. Pour vérifier ce point, l'auteur a examiné si l'action des ondes se ferait sentir sur un cohéreur enfoui dans le sol à 0,30 m de profondeur. Une cavité convenable avait été creusée à une centaine de mètres du radiateur, alimentée par une bobine donnant 25 cm d'étincelle et munie d'une antenne de 2 m. Dans une caisse en bois se trouvaient les appareils récepteurs ordinaires; le morse était remplacé par une cartouche de dynamite, placée à distance convenable et reliée par conducteurs souterrains au relai. Dans ces conditions, la fosse n'étant pas refermée, la mine détonait avec la plus grande acilité. Mais, lorsque la terre eut été rejetée, de manière qu'une couche de 30 cm recouvrit la caisse en bois, il fut impossible d'agir sur le cohéreur. Un conducteur isolé et enterré avait été au préalable connecté au cohéreur; en le déterrant et le reliant à une antenne, on obtint aussitôt la déflagration. M. Lagrange conclut de ces expériences que les ondes ne pénètrent point à l'intérieur du sol et qu'il y a probablement absorption et réflexion des ondes émises par l'autenne. Au point de vue militaire, ces expériences montrent aussi dans quelles conditios la mise à feu des mines pourrait avoir lieu à distance.

SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1901. — M. Mascart présente une note de M. Alfred Angot *sur la relation de l'activité solaire avec la variation diurne de la déclinaison magnétique.*

M. Th. Tommasina adresse, par l'entreprise de M. Cornu, un travail intitulé : *Contribution à l'étude de la cohérence.* D'après les résultats d'expériences faites avec des cohéreurs particuliers, l'auteur arrive à la conclusion suivante : La cause de l'équilibre instable est donc l'intervention de particules polarisées d'oxyde, s'interposant entre les contacts métalliques et formant des points moins bons conducteurs sous l'action des ondes hertziennes.

L'Éclairage électrique et la vue.

On peut se souvenir des protestations nombreuses qui s'élevèrent lors de l'apparition de l'éclairage électrique dans les rues et surtout dans les maisons. Ils sont encore d'ailleurs légion les adversaires de la lumière électrique qui prétendent, pour justifier leur opinion, que l'œil s'affaiblit bien vite sous son influence et que cet éclairage est le plus pernicieux de tous. Or, on vient de faire à ce sujet en Russie des essais comparatifs des plus détaillés. L'auteur de ce procédé part de ce principe que les clignements involontaires de la paupière proviennent de la fatigue exercée par une lumière sur la rétine; ce principe admis, il a soumis divers individus à l'éclairage de différentes sources lumineuses et a dressé des tableaux du nombre des clignements par minute. Les résultats définitifs donnent les moyennes suivantes :

Bougie.	6,8	fois par minute
Gaz.	2,8	—
Soleil	2,2	—
Lumière électrique . .	1,8	—

Ces chiffres prouvent-ils d'une manière absolue la supériorité de la lumière électrique sur les autres modes d'éclairage, nous n'osons l'affirmer. Même en admettant l'exactitude du principe posé, il y a bon nombre d'autres facteurs qui concourent à l'excitation du clignement de la paupière sans compter la manière et les conditions d'exposer la rétine à l'influence de ces éclairages. Dans tous les cas, la question est intéressante et mérite d'être signalée. — D.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.



MONTAGE
DE PLUSIEURS POSTES TÉLÉPHONIQUES
SUR UN MÊME CIRCUIT

Pour certaines applications spéciales, par exemple le long des chemins de fer et tramways, il y a utilité de monter plusieurs postes téléphoniques sur un même circuit.

Dans le montage en série, tous les appareils sont insérés l'un à la suite de l'autre (fig. 1); dans

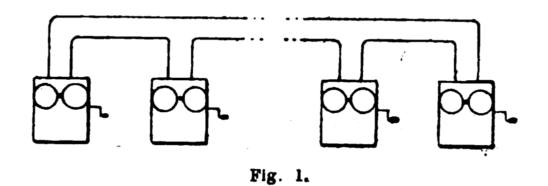


Fig. 1.

celui en dérivation, au contraire, on les monte en série multiple ou en quantité (fig. 2).

Montage en série. — Supposons que nous ayons affaire à tous appareils de même espèce au nombre de n. Quand un poste appellera, l'induit du générateur tournant, par exemple, à raison de 15 tours par seconde, ce qui est une vitesse

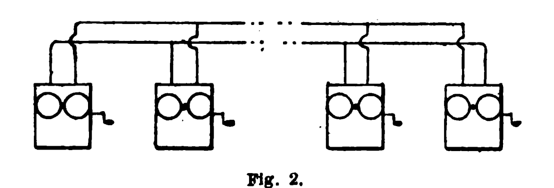


Fig. 2.

moyenne, se trouvera en série avec n sonneries électromagnétiques.

On aura, pour la résistance totale du circuit (1), $500 + n. 120$ ohms, et pour le coefficient total de self-induction, en admettant pour l'induit la valeur moyenne de 7 henrys : $7 + n. 1{,}4$ H.

L'intensité efficace du courant traversant le circuit sera :

$$i_{eff} = \frac{e_{eff}}{\sqrt{(500 + n. 120)^2 + 4\pi^2 \, \overline{15}^2 (7 + n. 1{,}4)^2}}$$

Admettons 10 postes, donc $n = 10$ et $e_{eff} = 65$ volts; on trouve $i_{eff} = 0{,}0249$ ampère.

Montage en dérivation. — Si les postes sont montés en dérivation, en supposant la résistance de la ligne négligeable, ce qui est une hypothèse favorable au système en dérivation, l'ensemble des n sonneries en dérivation correspondra à une résistance de $\frac{120}{n}$ ohms et un coefficient de self-induction de $\frac{1{,}4}{n}$. La résistance totale du circuit sera $500 + \frac{120}{n}$, son coefficient de self-induction $7 + \frac{1{,}4}{n}$, de sorte que l'intensité totale du courant débité par l'induit s'élèvera à la valeur de :

$$i'_{eff} = \frac{e_{eff}}{\sqrt{\left(500 + \frac{120}{n}\right)^2 + 4\pi^2 \, \overline{15}^2 \left(7 + \frac{1{,}4}{n}\right)^2}}$$

et comme ce courant se subdivisera entre n dérivations égales, par hypothèse, chacune d'elles absorbera :

$$i''_{eff} = \frac{i'_{eff}}{n}$$

Posons encore : $e_{eff} = 65$ et $n = 10$.

$$i''_{eff} = 0{,}00769 \text{ ampère}$$

En tenant compte de la résistance de la ligne et de la réaction d'induit, beaucoup plus forte dans ce dernier cas, vu le plus grand débit de la magnéto, ce qui abaisse le voltage utile, cette valeur serait encore réduite, particulièrement pour les postes extrêmes qui sont cependant généralement les plus importants.

Au point de vue de l'intensité des appels, le montage en série l'emporte donc incontestablement. Par contre, si l'on considère la valeur de la réception téléphonique, on pourra arriver à un meilleur résultat par le montage en dérivation, en utilisant des sonneries très résistantes, à grand coefficient de self, ne laissant passer qu'une faible partie des courants téléphoniques à alternances rapides engendrés par le poste transmetteur, leur presque totalite trouvant un chemin de beaucoup moindre résistance par le poste récepteur.

En résumé, on adoptera le montage en série, qui permet d'utiliser le *matériel ordinaire*, quand on doit embrocher un grand nombre de postes téléphoniques (on peut aller jusqu'à 14 ou 15), et qu'on ne dispose pas de personnel à demeure auprès des postes téléphoniques. Dans ce cas, la netteté et la puissance des appels sont essentielles.

On recourra au montage en dérivation quand le nombre total des postes prévus n'est pas très élevé, 6 ou 7. Les appareils auront des sonneries de 1000 ohms de résistance, à fort coefficient de self-induction; les magnétos seront renforcées, à cinq aimants au lieu de trois, et l'induit, en dérivation sur la sonnerie à chaque poste, sera enroulé au moyen de fil plus gros (0,18 mm au lieu de 0,15).

(1) Les coefficients adoptés sont ceux des appareils couramment employés par l'Etat belge. Résistance de l'induit d'une magnéto, 500 ohms; coefficient de self-induction moyen, obtenu d'après expériences, 7 henrys; résistance d'une sonnerie électromagnétique, 120 ohms; coefficient de self-induction, 1,4 henry.

Montage avec fil spécial pour l'appel. — Dans un troisième mode de montage, un fil L_1 (fig. 3) sert uniquement pour les appels, l'autre L_2 pour la conversation.

La magnéto possède alors trois bornes de lignes raccordées : b_1 au fil de ligne L_1 vers la gauche, d'une part ; d'autre part, au générateur M mis en court-circuit au repos, à la sonnerie S et au contact E, contre lequel la fourche *f* vient buter au repos ; la borne b_2 est raccordée, d'un côté au fil de ligne L_2, de l'autre au contact H ; enfin b_1 au tronçon de droite de L_1 et à la fourche *f*.

Au repos, la dérivation du fil L_2 est coupée en H. Le générateur et la sonnerie sont intercalés dans le fil L_1. Le premier poste de gauche aura sa

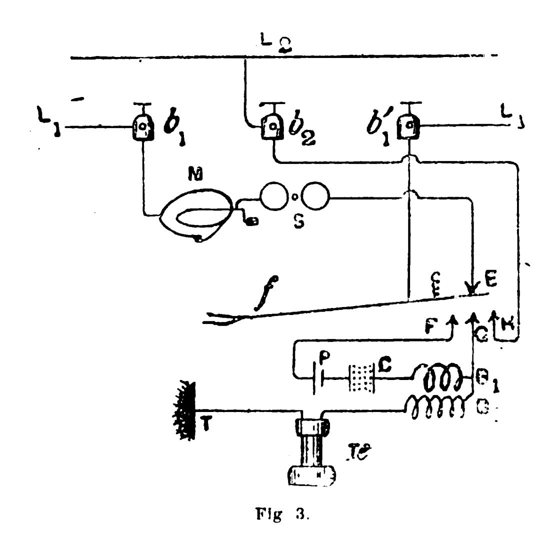


Fig 3.

borne b_1 sur terre, tandis que la mise sur terre au dernier poste de droite se fera à sa borne b_1'.

Si, maintenant, un poste quelconque ayant été sonné par un autre se trouvant à sa droite, on y décroche le téléphone, la fourche *f* bascule et quitte E pour s'appliquer sur F, G, H.

Le circuit primaire du microphone est fermé ; le tronçon vers la gauche de L_1 est coupé en E ; le tronçon vers la droite de L_1 est coupé dans le poste appelant où le téléphone a aussi été enlevé de la fourche, et les téléphones et circuits secondaires des bobines d'induction sont mis en rapport par G H avec le fil L_2 isolé à ses deux extrémités.

Aucune résistance n'existant dans le fil L_2, on aura une transmission excellente, mais la communication sera à simple fil ; pour disposer d'une communication à double fil, trois conducteurs seraient nécessaires ; c'est un inconvénient.

Notons toutefois que des installations réalisées avec ce système fonctionnent avec 21 postes, ce qu'on ne pourrait atteindre avec les systèmes précédents.

Mode d'appel. — Dans les trois dispositifs décrits ci-dessus, tout appel lancé sur la ligne actionne les sonneries de tous les postes. On a donc désigné chacun d'eux par une sonnerie spéciale obtenue par des roulements brefs ou longs ou une combinaison des deux.

Par exemple, un premier poste s'appelle au moyen d'une sonnerie brève obtenue par un tour de manivelle de la magnéto ; un second par une sonnerie longue, deux ou trois tours de manivelle ; un troisième par une sonnerie brève immédiatement suivie d'une longue, et ainsi de suite, en allant du simple au composé, et choisissant les signaux les plus courts pour les postes principaux.

Il est à remarquer qu'une trop grande complexité des appels ainsi combinés n'est pas à craindre, en raison du nombre relativement élevé de signaux distincts que l'on peut produire au moyen d'une succession cadencée de quelques sonneries.

Ce nombre est précisément égal, en effet, à celui des arrangements avec répétition que l'on peut faire au moyen de deux lettres différentes. La formule générale de ces arrangements est la suivante :

$$AA_m^n = m_n$$

m étant le nombre de lettres différentes et *n* le nombre de répétitions. Dans le cas qui nous occupe, les lettres différentes correspondent aux roulements distincts de sonnerie : roulement bref, roulement long. Elles sont au nombre de deux.

En ne permettant qu'une répétition, le nombre de signaux sera $2^1 = 2$, et les appels sont effectivement constitués dans ce cas par : *a*), un roulement bref ; *b*), un roulement long.

Avec deux répétitions, le nombre devient $2^2 = 4$. Les appels sont alors les suivants : *a*), deux roulements brefs ; *b*), deux longs ; *c*), un bref suivi d'un long ; *d*), un long suivi d'un bref. On peut les représenter, soit par AA, BB, AB, BA, soit par — —, —— ——, — ——, —— —.

Il faut y ajouter les signaux produits sans répétition, soit 2, en tout 6.

Moyennant trois répétitions, on arrive au nombre de $2^3 \times 2^2 \times 2^1 = 14$, et si l'on en permet 4, on arrive à 30. Ceci, qui implique la présence de 30 postes, est une limite qu'on ne pourrait atteindre dans l'état actuel de la téléphonie, sauf peut-être avec le troisième dispositif étudié ci-dessus, en mettant à contribution de forts générateurs d'appel (magnétos à 4 ou 5 aimants).

Dans l'étude ci-dessus, nous avons laissé de côté les commutateurs spéciaux Bernheim, Dardeau, etc., qui permettent aussi, au prix de complications plus ou moins grandes, l'appel et la mise en communication de plusieurs postes desservis par un seul circuit.

Em. Piérard.

GRUES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

La première application réellement pratique de grues électromagnétiques fut réalisée en 1893, à l'arsenal royal de Woolwich. Nos lecteurs peuvent se souvenir (1) qu'il s'agissait simplement d'un électro-aimant puissant excité par un courant de quelques ampères et qui remplaçait alors d'une manière ingénieuse les appareils de préhension, chaînes et crochets, des grues ordinaires; on pouvait ainsi soulever et déposer à l'endroit voulu obus et projectiles de toutes sortes. Dans cette application une consommation de courant de 3 à 4 ampères permettait d'enlever facilement un poids de 1400 kg.

En présence des succès obtenus et de la rapidité avec laquelle s'effectuait le transport de lourdes pièces de fer ou d'acier, on aurait pu croire que l'usage des électro-aimants porteurs se serait presque immédiatement multiplié et cependant, aujourd'hui, nous n'en relevons seulement que deux ou trois cas isolés en Amérique et en Angleterre; c'est ainsi que dans les ateliers anglais de Sandycroft, on a réussi à transporter des poids de deux tonnes avec un courant d'excitation de 5,5 ampères sous 110 volts.

A quoi convient-il d'attribuer la rareté de cette nouvelle utilisation de l'énergie électrique qui semble cependant devoir être si fertile en applications de tout genre? M. Clark, qui a largement étudié cette question dans l'*American Electrician*, croit devoir attribuer ce dédain apparent à deux raisons principales : il convient de remarquer d'abord que les fonderies, les ateliers, les parcs d'artillerie, etc., qui ont à manipuler des pièces de fer, n'étaient pas, il y a quelques années et ne sont pas tous encore maintenant pourvus d'une distribution électrique; de plus, ces pièces de fer étant pour la plupart extrêmement lourdes, il faut donc disposer d'électro-aimants très puissants et l'on ne possède pas de renseignements suffisamment précis pour pouvoir agir à coup sûr et construire des appareils fournissant un travail efficace.

C'est ainsi qu'il y a lieu d'étudier particulièrement la forme, par exemple, à donner à l'électro-aimant, à la culasse, à l'enroulement, d'examiner ensuite la meilleure combinaison pour obtenir le maximum de force portante et la dimension la plus favorable au développement du flux magnétique, de rechercher les cas spéciaux où l'emploi de ces grues à aimant doit être préféré et de déterminer enfin si le danger dénoncé par certains est réellement plus grand qu'avec les appareils de levage ordinaire, c'est-à-dire munis de chaînes et de crochets.

Bien entendu, cet usage doit être réservé au transport de pièces magnétiques ou alors d'objets de faibles dimensions réunis et contenus dans un récipient en matière magnétique. Il faut encore admettre que les pièces à transporter présentent une surface suffisamment plane pour pouvoir donner un bon contact avec les pôles de l'électro-aimant. Ces conditions essentielles se rencontrent très fréquemment, spécialement dans les usines de construction de chaudières, dans celles où l'on répare les locomotives, dans les ateliers à laminer, etc., et cette énumération comprend suffisamment de cas d'application pour qu'il ne soit pas nécessaire de généraliser davantage. En général, il ne faudrait pas tenter ce mode de préhension sur des pièces à forme irrégulière ou trop rondes, ce serait courir à un échec inutile. Au contraire, dans certains cas, on pourrait presque dire que le transport par électro-aimants s'impose; c'est ainsi que, dans les ateliers de laminage, pour porter les plaques de tôle brutes aux laminoirs, puis de là aux machines à cisailler et, enfin, pour les charger soit sur des wagons ou les déposer dans un endroit quelconque, il est difficile de concevoir un autre mode de transport. Comment saisir commodément des feuilles qui mesurent environ 12 mètres de long sur $2^m,50$ de large et seulement de 9 à 10 mm d'épaisseur? Comment manipuler aisément ces plaques flexibles et généralement chaudes? Si l'on emploie des grues ordinaires, il faut plusieurs rangées de pinces et de crochets, ce qui prend beaucoup de temps et exige un long travail. Au lieu de cela, des rouleurs aériens, d'où pendent des électro-aimants et alors un seul homme suffit à la besogne; il fera arriver, au-dessus de la plaque à saisir, l'électro-aimant qui descendra au moment voulu, enlèvera le fardeau désigné et ira le déposer soit sur la table des cisailles, soit sur les laminoirs, à volonté; un commutateur à ouvrir et à fermer et c'est tout. On peut se rendre facilement compte de la rapidité du travail qu'effectueront ainsi des grues électromagnétiques et l'économie de temps et d'hommes que l'on réalisera; on peut certainement compter sur un gain de 20 à 30 pour 100,

(1) Voir l'*Electricien*, 1896, 1er semestre, p. 407.

La quantité d énergie dépensée pour exciter les électro-aimants, bien que généralement faible, ne doit pas pour cela être considérée comme négligeable; d'ailleurs, pour chaque application, il y aura, pour ainsi dire, une solution particulière. Cependant, on peut dire, en général, que moins grand est le poids d'un électro et moins considérable sera l'énergie dépensée par kilogramme enlevé; de même moins grand sera le poids de l'électro et plus grand sera le rapport de la puissance portante au poids de l'électro; en d'autres termes, moins un électro pèsera et plus considérable sera le poids enlevé par kilogramme d'électro. M. Clark, qui a examiné les différents cas, résume la question en faisant remarquer que ces propositions dérivent de ce que la force portante d'un aimant est fonction du carré de ses dimensions linéaires, tandis que son poids est proportionnel au cube de ces mêmes dimensions. Par suite, le rapport de sa force portante à son poids sera égal au rapport du carré au cube de ses dimensions, rapport qui décroît très rapidement, d'ailleurs, à mesure qu'augmentent les dimensions de l'électro.

Il sera nécessaire ensuite d'examiner la consommation moyenne de courant pour exciter l'électro, et l'enroulement en dépendra forcément mais il faut remarquer que l'on devra dépenser d'autant plus de courant que les interruptions du service effectué seront nombreuses et les excitations successives de courte durée. D'ailleurs, le calcul d'un circuit magnétique est exactement semblable à celui d'un circuit électrique. Selon le travail à fournir, cette consommation variera pour une même forme d'enroulement et de culasse; ainsi, on dépensera une puissance de 1000 watts pour soulever 2360 kg de plaques de tôles, tandis qu'avec le même courant d'excitation on pourra enlever 4500 kg, si cette masse est ramassée et compacte. Par conséquent, la forme à donner à l'électro et surtout à l'enroulement, aura une grande influence sur la force portante et variera d'une manière considérable suivant les besoins. Pour qu'un électro-aimant présente une puissance d'attraction maximum, il faut que son enroulement soit le plus court et le plus ramassé possible; mais ces conditions ne sont pas toujours réalisables. C'est ainsi que, dans le cas déjà cité des plaques de tôles, il faudra de préférence recourir à un groupe de plusieurs électro-aimants à pôles rectangulaires. Au contraire, pour enlever une masse compacte, on choisira une forme modifiée en fer à cheval à noyaux concentriques qui sera enveloppée d'un large anneau circulaire; ces différences de construction sont tellement importantes, qu'il a été prouvé qu'un électro de cette dernière forme, capable d'enlever un poids de 4500 kg, refuse de soulever une plaque de tôle de 400 kg.

Dans certains cas, on peut avoir besoin de faire varier la puissance de l'électro-aimant, afin d'enlever d'une caisse ou d'un chargement tantôt plusieurs pièces métalliques, tantôt un nombre plus petit ou même une seule; un rhéostat de réglage monté en série avec l'enroulement remplit alors cet office, mais M. Clark ne conseille pas d'employer ce moyen qui peut donner lieu à des accidents et à des chutes inattendues; d'après lui, il est préférable de laisser retomber les poids superflus en ouvrant le commutateur un instant pour le refermer presque immédiatement. Bien que cela puisse paraître invraisemblable tout d'abord, c'est là, paraît-il, la seule manière de régler à volonté, exactement et simplement, la charge à enlever, et ainsi on peut toujours disposer du maximum d'attraction à un moment donné.

Un inconvénient que l'on doit éviter provient des étincelles se produisant à l'interrupteur, et qui sont dues à l'ouverture d'un circuit possédant une self induction élevée, ainsi qu'au courant induit produit lorsque le poids quitte les pôles de l'électro. La self induction peut être réduite par une disposition convenable des bobines, mais il est préférable, d'après M. Clark, spécialement lorsque plusieurs électros sont excités en multiple, de procéder comme il suit pour éviter les funestes influences des étincelles. On relie en multiple avec l'électro, sur le côté neutre de l'interrupteur, un groupe de lampes à incandescence ou toute autre résistance non inductive, de telle sorte que la tension totale des lampes soit d'environ 50 0/0 supérieure à celle de la ligne; si l'électro absorbe, par exemple, 3 ampères sous 240 volts, on emploiera 3 lampes de chacune 50 bougies à 120 volts. Grâce à cette précaution, le défaut d'isolation dû à l'action inductive est évité; il est, en outre, intéressant de remarquer que les lampes s'éteignent successivement quand on ouvre l'interrupteur et, quand le poids quitte l'électro, de les voir se rallumer un instant par suite du courant induit qui les traverse. C'est pourquoi l'on disposera les lampes près de l'interrupteur, et l'ouvrier chargé de la manœuvre sera renseigné sur les opérations à effectuer, quand bien même il ne pourrait suivre des yeux les mouvements de l'électro.

On peut ainsi concevoir l'installation de grues roulantes actionnées entièrement par l'énergie électrique, avancement, levage et préhension; elle s'alimenteraient à une ligne aérienne au moyen d'une tige à trolley et le courant sera ensuite distribué aux divers organes, moteurset électros.

Quant au danger d'arrachement inopiné, d'interruption inattendue de courant, ce qui provoquerait la chute du poids enlevé par l'électro et pourrait causer de graves accidents, c'est là, la principale objection opposée à l'emploi d'électros-aimants porteurs dans les fonderies et les différents ateliers métallurgiques. On fait remarquer, avec quelque apparence de vérité, qu'il n'est pas possible d'être absolument certain que l'électro pourra supporter tel poids sans le laisser tomber dans le trajet qui lui est imposé, ou que le courant ne sera pas coupé, pour une cause quelconque, en un moment inopportun. Evidemment il faudra apporter un soin des plus minutieux à la construction de l'électro, à la vérification des conducteurs de prises de courant, des bornes; toutes les connexions et les enroulements, devront être protégées contre les chocs et facilement réparables, mais alors ces précautions prises, le danger sera réduit à un minimum qui ne sera pas supérieur à celui des grues ordinaires. Il est bien rare qu'un ouvrier séjourne sous le chemin aérien parcouru par une masse; des chaînes peuvent casser et des crochets s'ouvrir aussi souvent qu'un circuit électrique peut être interrompu et la différence des dangers courus est bien peu considérable. Aussi, croyons-nous, qu'en présence des avantages énormes que procurent les électros comme appareils de levage, leur emploi ne tardera pas à se généraliser en France, aussi bien qu'à l'étranger.

Georges DARY.

(*A suivre.*)

LE TÉLÉGRAPHE ROWLAND [1]

S'il y avait quelque puérilité à employer une expression dont on a tant abusé à propos de la récente Exposition universelle et qui éveille à l'esprit plutôt l'idée d'une « attraction » que d'un appareil scientifique, nous dirions que le télégraphe Rowland fut le *clou* de l'exposition télégraphique.

La forme tout à fait nouvelle donnée aux différentes parties de l'appareil; la disposition originale des récepteurs imprimant les télégrammes, non plus sur une bande, mais sur une feuille de papier; le fonctionnement quelque peu mystérieux du système (dont certains organes étaient habilement dissimulés); l'ingéniosité des dispositions mécaniques adoptées; la complexité des circuits électriques ont vivement piqué la curiosité des visiteurs et plus particulièrement des télégraphistes.

Nous ne pouvons songer à donner ici une description complète de cet intéressant appareil; son mécanisme, assez compliqué, ne saurait être bien compris sans quelques figures explicatives qu'il nous a été impossible d'obtenir, et que nous n'avons pu reproduire de mémoire. Nous nous bornerons donc à en exposer le principe, à en indiquer le fonctionnement et à signaler en passant quelques-uns des dispositifs les plus ingénieux imaginés par l'inventeur.

Principe de l'appareil.

Le système télégraphique inventé par H. A. Rowland, professeur à Baltimore, est un appareil multiple imprimeur disposé pour effectuer quatre transmissions simultanées *dans un seul sens*. L'installation des appareils en *duplex*, d'après une des méthodes connues, permet d'obtenir simultanément quatre transmissions en sens inverse. Le montage en duplex est donc indispensable pour l'utilisation de cet appareil dans un service d'exploitation télégraphique.

Voici maintenant le principe sur lequel il est basé : Qu'on imagine une petite machine dynamo-électrique à courants alternatifs, mue par un moteur quelconque et reliée, par l'intermédiaire d'une ligne télégraphique, à une seconde machine dynamo-électrique à courants alternatifs, qui joue le rôle de réceptrice.

La ligne sera constamment parcourue par des courants électriques périodiques, alternativement *positifs* et *négatifs* qui, agissant sur la dynamo réceptrice, l'obligeront à tourner en *synchronisme* avec la génératrice.

La transmission des signaux s'effectuera en retranchant, *au départ*, pour chaque signal, une ou plusieurs demi-longueurs d'onde du courant alternatif et en rendant manifeste cette suppression, à *l'arrivée*, par la position occupée par une armature d'électro-aimant polarisé. Cette position pourra être utilisée pour fermer en temps opportun un circuit électrique dans d'autres électro-aimants lesquels ont pour fonction de provoquer la mise en jeu d'organes destinés à produire l'impression des caractères représentés par les signaux transmis.

La figure 1 représente la courbe sinusoïdale des courants alternatifs au départ; la figure 2 indique

(1) Extrait du *Journal télégraphique de Berne*.

la modification apportée à cette courbe par la suppression des 3e et 6e demi-périodes.

Il convient de remarquer tout d'abord qu'étant donnée la manière dont le synchronisme est établi

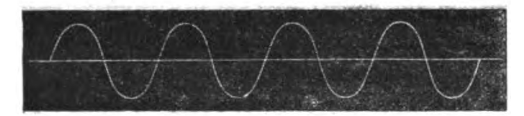


Fig. 1.

et maintenu entre l'appareil de transmission et celui de réception, au moyen des courants alter-

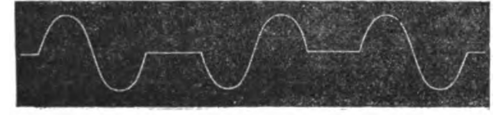


Fig. 2. (1)

natifs qui parcourent la ligne quand le manipulateur est au repos, la manœuvre de ce manipulateur ne doit avoir, à aucun moment, pour effet de supprimer totalement ces courants alternatifs, ni même d'en retrancher la majeure partie, sous peine de compromettre ce synchronisme.

En second lieu, ainsi qu'on le verra par la suite, les courants alternatifs ne sont pas, à l'arrivée, reçus directement dans la dynamo réceptrice, comme nous l'avons supposé plus haut, mais bien dans un relais dont l'armature, sous l'influence de ces courants, oscille continuellement entre ses deux butoirs. La suppression d'une onde positive ou négative laisse l'armature dans la position où la placée l'onde qui précède immédiatement celle supprimée. Mais l'onde qui vient immédiatement après celle-ci a encore pour effet de maintenir l'armature dans cette même position, de sorte que, en fait, le retranchement d'une onde positive ou négative immobilise l'armature du relais pendant *trois* demi-périodes consécutives.

Il résulte de cette disposition qu'il n'est guère possible de rendre manifeste la suppression de deux ondes successives, puisque le retranchement ou le maintien de la seconde produit le même effet sur le relais récepteur.

Ce sont, sans doute, ces considérations qui ont amené l'inventeur à faire usage de 11 demi-périodes ou ondes par secteur et à effectuer la transmission des signaux par le retranchement, pour chaque signal, de *deux* ondes non successives.

Il est facile de voir qu'il est possible d'obtenir ainsi 45 combinaisons différentes (2), ce qui est grandement suffisant. M. Rowland n'en utilise d'ailleurs que 41, dont voici l'affectation :

(1) La ligne médiane devrait être tracée dans toute sa longueur, comme dans la figure 1. Cette correction nous a été signalée trop tard pour qu'il nous ait été possible de la faire opérer sur le cliché.

(2) $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45$.

26 servent à représenter les lettres de l'alphabet (y compris le W);

8 correspondent aux chiffres 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 (les chiffres 1 et 0 sont imprimés comme dans la plupart des machines à écrire, avec les mêmes caractères que les lettres I et O);

3 sont affectées aux 3 signes de ponctuation .,-;

1 représente le signe spécial $ indicatif des dollars, d'un fréquent usage aux Etats-Unis;

Enfin 3 combinaisons sont uniquement affectées à obtenir les trois déplacements différents du papier. Ces déplacements nécessités par l'impression des caractères suivant des lignes transversales sur une bande de papier d'une largeur de 15 cm, qu'on découpe entre chaque télégramme, sont les suivants : 1° déplacement transversal pour la séparation des mots; 2° retour en arrière pour l'impression d'une nouvelle ligne; 3° déplacement longitudinal pour l'espacement des lignes.

Transmission des signaux.

La transmission s'effectue au moyen d'un manipulateur alphabétique dont le clavier ressemble à celui d'une machine à écrire.

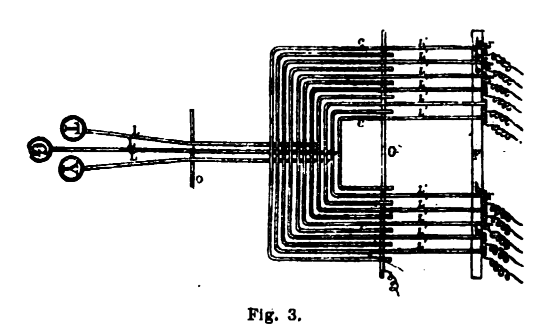


Fig. 3.

Ce clavier se compose de 4 rangées parallèles de 10 touches ou boutons et d'une barre transver-

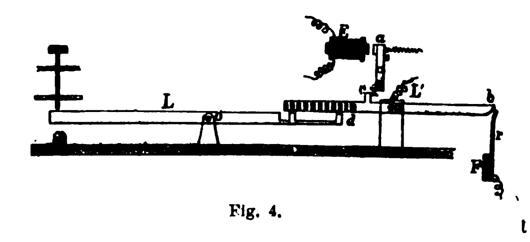


Fig. 4.

sale inférieure servant à produire l'espacement des mots.

L'abaissement d'une touche détermine, par l'intermédiaire d'un levier horizontal L (fig. 4), articulé en son milieu, le soulèvement de 2 lames métalliques L' faisant partie d'un groupe de 11 lames semblables, coudées deux fois à angle droit, portées par un axe commun o' autour duquel elles peuvent pivoter. Les prolongements *b* des lames soulevées viennent se mettre en communication chacun avec un ressort de contact *r* porté par une réglette en substance isolante F fixée à la partie postérieure du manipulateur.

Les 11 leviers horizontaux L présentent à leur extrémités *d* des évidements différemment disposés pour chacun d'eux, de telle sorte que chaque levier commande le soulèvement d'un groupe de deux lames non contiguës, différent pour chacun d'eux.

La figure 3 représente l'ensemble des 11 lames de communication L' qui peuvent être soulevées deux à deux.

La mise en contact d'une lame de communication avec son ressort de contact a pour effet, en fermant le circuit d'une pile locale dans un électro-aimant par l'intermédiaire d'un contact de distributeur, d'interrompre pendant un temps très court l'envoi sur la ligne des courants alternatifs produits par le générateur.

La figure 5 montre comment ce résultat peut être obtenu.

En M se trouve le manipulateur représenté par les 11 lames de communication L' et les 11 ressorts de contact *r*; chacun de ces 11 ressorts est relié à un des segments métalliques formant le distributeur D ; sur ces segments métalliques ou *contacts* presse un frotteur *f* également métallique, porté par un bras B en communication électrique avec l'entrée d'un relais R, dont la sortie est reliée à l'un des pôles d'une pile locale *p*. L'autre pôle de la pile *p* communique avec les 11 lames L'.

Il est facile de voir que, de la sorte, le bras B est animé d'un mouvement de rotation dans le sens de la flèche, le soulèvement d'une lame de communication L' déterminera l'attraction de l'armature a du relais R pendant le temps du passage du frotteur *f* sur le contact relié au ressort *r* en communication avec la lame soulevée.

Or, l'armature a du relais R sert de liaison entre la ligne L et le générateur à courants alternatifs G, dont un des balais est relié au butoir *b* du relais et l'autre à la terre.

D'autre part, l'axe A du distributeur D est commandé, par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue d'engrenage, par l'axe du générateur G, de telle sorte que le passage du frotteur *f* sur les contacts successifs du distributeur corresponde exactement à la production dans le générateur des ondes alternativement positives et négatives. Un léger déplacement de la couronne du distributeur permet d'obtenir cette coïncidence d'une manière parfaite.

On voit ainsi que le soulèvement d'une lame de communication intercepte l'onde positive ou négative produite dans le générateur au moment où le frotteur du distributeur passe sur le segment relié au ressort en contact avec cette lame.

Il est important, pour produire un effet utile, que le soulèvement des lames de communication correspondant à l'envoi d'un signal déterminé soit effectué avant l'arrivée du frotteur du distributeur au commencement du secteur occupé par les 11 segments en relation avec les 11 ressorts de contact du manipulateur, et il est nécessaire que les lames restent soulevées pendant tout le temps employé par le frotteur pour parcourir ce secteur.

Ce double résultat est obtenu par le dispositif suivant :

Au-dessus des lames de communication se trouve un électro-aimant E (fig. 4) dont l'armature a porte une barrette transversale *c'*, qui passe au-dessus de toutes les lames. Celles-ci sont munies chacune d'un petit appendice *c* en forme de crochet qui, lorsque l'armature de l'électro-aimant E est au repos, vient butter contre la barrette *c'* et empêche les lames de se soulever. A chaque tour du distributeur, le courant d'une pile locale est envoyé dans l'électro-aimant E qui, attirant son armature, fait se dérober la barrette *c'* et laisse soulever les lames de communication L' commandées par les leviers L. Aussitôt que le courant local, d'ailleurs très court, est interrompu, l'armature *a* revenant au repos, la barrette *c'* pénètre au-dessous des crochets *c*

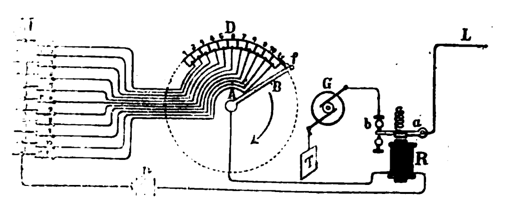


Fig. 5.

des lames soulevées et empêche ces lames de redescendre, les maintenant ainsi en contact avec les ressorts *r* pendant un tour complet du bras du distributeur.

Ce système d'accrochage, très simple et très ingénieux, fonctionne parfaitement bien. Il sert également à donner le rythme de la manipulation, non seulement par le léger bruit que fait l'armature *a* lorsqu'elle est attirée par l'électro-aimant E, mais encore parce que l'agent manipulant, en appuyant sur les touches, sent, au moment où la barrette *c'* se dérobe, celles-ci s'enfoncer davantage, et est ainsi averti qu'il a bien appuyé sur ces touches en temps utile.

Enfin, il est important également, l'impression des caractères ayant lieu, comme nous l'avons dit, suivant des lignes transversales sur une large bande de papier, que l'agent manipulant soit avisé du moment où une ligne est sur le point d'être terminée afin qu'il puisse commander en temps utile, au moyen de la touche spécialement affectée à cet usage, le retour en arrière du papier pour l'impression d'une nouvelle ligne.

A cet effet, le manipulateur est muni d'une douzième lame de communication (non représentée sur les figures), qui se soulève chaque fois qu'une touche quelconque est abaissée. Dans ce mouvement, cette lame presse contre un ressort de contact et ferme le circuit d'une pile locale dans un électro-aimant dont l'armature agit, au moyen

d'un cliquet, sur une sorte de compteur qui indique à chaque instant à l'agent manipulant la position de la bande de papier sous la roue des types. Un petit timbre avertisseur, commandé par le compteur, prévient l'opérateur, comme dans les machines à écrire, quand il ne reste plus que quelques caractères à imprimer pour terminer la ligne.

G. ROBICHON.

VOITURE ÉLECTRIQUE AUTOMOTRICE
A ACCUMULATEURS
DE LA SOCIÉTÉ ITALIENNE DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE

La Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée avait exposé en 1900, à l'annexe de Vincennes, une des deux voitures à accumulateurs qui font depuis quelque temps le service sur la ligne Milan-Monza.

Cette voiture repose sur deux bogies à deux essieux chacun, avec double suspension par ressorts transversaux.

La caisse de cette voiture comprend : 1° deux compartiments de 1re classe, l'un à 16, l'autre à 8 places; 2° deux compartiments de 2e classe (24 et 16 places); 3° deux vestibules d'entrée, destinés au conducteur et aux voyageurs debout. Le nombre total de places offertes est de 90, dont 64 assises.

Chaque bogie a un seul essieu moteur, cet essieu étant actionné, au moyen d'un seul train d'engrenage, par un moteur susceptible de fournir un couple de 55 mètres-kilogrammes (mesuré sur l'arbre du moteur).

Le frein mécanique (Westinghouse) n'agit que sur les essieux porteurs. L'air nécessaire à son alimentation est comprimé par une petite pompe électrique montée sur la voiture et dont le moteur est excité en série, afin de satisfaire à la variation de charge qui se produit depuis le commencement jusqu'à la fin de la compression.

La voiture porte deux batteries. La plus petite batterie assure l'éclairage; elle a une capacité de 250 ampères-heure et comprend 12 éléments (23 volts). Elle est placée dans une des cabines du wattman. La seconde batterie est enfermée dans deux caisses sous le châssis de la voiture; elle alimente les deux moteurs de traction et la pompe à air. Elle comprend 130 éléments et peut débiter environ 80 kilow.-heure sous 230-240 volts. Chaque élément est formé de 11 positives (Planté) et 12 négatives (Hagen) en bac d'ébonite. Les éléments sont réunis 5 par 5 dans 26 caisses en bois, enfermées dans les deux caisses métalliques entre les deux bogies. Des ventilateurs assurent le renouvellement de l'air dans ces caisses. Un chariot mobile permet l'enlèvement facile des batteries pour l'entretien ou la vérification.

Le coupleur est du type série-parallèle, avec intercalations de résistances. Il utilise normalement toute la batterie en série, mais peut également en grouper les deux moitiés en quantité.

Les dimensions générales de la voiture sont les suivantes :

Longueur entre tampons.	18,50 m
— de la caisse.	17,80 m
Largeur — —	2,85 m
Empattement total.	17,26 m
— d'un bogie.	2,63 m
Distance entre les axes des deux bogies.	12,00 m

Poids de la voiture, à vide, sans batterie.	34 tonnes
Poids de la batterie.	20 —
— de l'équipement électrique. .	4 —
90 voyageurs, environ.	6 —
Total . . .	64 tonnes

Ces voitures ont été établies en vue d'essais de traction sur des lignes secondaires de faible longueur; elles paraissent bien appropriées à ce service, et il serait fort intéressant de connaître les résultats d'une exploitation suivie. Moyennant le choix d'accumulateurs robustes — ce qui est toujours possible dans le cas d'un faible parcours, et ce qui paraît être le cas dans la voiture dont nous venons de parler — l'entretien des batteries peut être ramené à une valeur acceptable, et à supposer même que le prix de la traction fût notablement supérieur à celui de la vapeur, l'électricité présente assez d'avantages spéciaux pour justifier la préférence.

F. DROUIN.

UN PANTHÉON ÉLECTRIQUE

Notre excellent confrère *Electrical World* a eu la bonne idée de consacrer son premier numéro du vingtième siècle à une revue et à une prophétie. Dans une quinzaine d'articles la plupart remar-



Voiture électrique automotrice de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée.



quables, et signés des noms les plus autorisés, il jette un coup d'œil rapide sur le développement, dans le siècle qui vient de s'achever, des diverses branches de la science et de la technique électrique, puis il cherche à tirer, pour les progrès futurs, les pronostics qui permettent d'établir, avec plus ou moins de certitude, la direction des idées, des recherches et des besoins actuels. Mais il ne s'en tient pas là. Étendant considérablement le cercle ordinaire de sa collaboration, il a tenté la curieuse expérience d'un vote relatif aux vingt-cinq électriciens les plus éminents dans la science et l'invention dont le dix-neuvième siècle puisse s'enorgueillir. Les électeurs tous membres de l'Institut américain des ingénieurs électriciens, ont envoyé 277 bulletins, dont le dépouillement a permis d'établir une première liste dans laquelle les noms ont été portés par ordre de fréquence décroissante. Puis les bulletins ont été triés, et deux autres séries restreintes de vingt-cinq votes chacune ont été constituées, en choisissant les bulletins de vingt-cinq professeurs d'électro-technique, et d'un nombre égal de membres éminents de l'Institut des ingénieurs électriciens, tous différents des premiers. On a établi ainsi deux listes sélectionnées, l'une due à des universitaires, l'autre à des industriels.

Voici les résultats de ces divers scrutins.

Vote général.	Vote des professeurs.	Vote des ingénieurs choisis.
Faraday.	Faraday.	Faraday.
Kelvin.	Kelvin.	Maxwell.
Edison.	Maxwell.	Kelvin.
Bell.	Edison.	Henry.
Morse.	Henry.	Bell.
Henry.	Hertz.	Edison.
Tesla.	E. Thomson.	Ampère.
E. Thomson.	Bell.	Morse.
Maxwell.	Morse.	Ohm.
Ampère.	Ampère.	Davy.
Siemens.	Siemens.	Hertz.
Ohm.	Davy.	Siemens.
Hertz.	Helmholtz.	Tesla.
Davy.	Ohm.	Gramme.
Brush.	Tesla.	Helmholtz.
Wheatstone.	Hopkinson.	Wheatstone.
Helmholtz.	Brush.	Planté.
Gramme.	Oerstedt.	E. Thomson.
Steinmetz.	Ferraris.	Rœntgen.
Rœntgen.	Gramme.	Brush.
Sprague.	Planté.	Gauss.
Planté.	Steinmetz.	Weber.
Marconi.	Joule.	Joule.
Oerstedt.	Sprague.	Oerstedt
Joule.	Weber.	Ferraris.

Puis, les premiers battus de chaque liste ont été les suivants :

Weston.	Gauss.	Hopkinson.
Hopkinson.	Wh[illegible]ne	Marconi.
S. P. Thompson.	Ewing.	Heaviside.
Weber.	Rœntgen.	Pacinotti.
Ferraris.	Rowland.	Steinmetz.
Gray.		

Ce résultat est une bonne expérience et un symptôme qui jette une lumière assez vive sur les tendances des collègues américains comparées aux nôtres.

On peut se demander tout d'abord si le problème était bien posé, ou tout au moins si nous l'aurions posé dans les mêmes termes. Je crois qu'avec notre plus grande habitude d'analyse, notre tendance à prendre les choses moins en bloc, nous aurions proposé deux votes distincts, l'un pour les savants, l'autre pour les inventeurs; nous n'aurions pas risqué la comparaison de Maxwell avec Edison, pour ne citer que deux noms indiscutables. Ainsi, le classement eût été sans doute moins arbitraire et se serait établi entre grandeurs de même espèce. Mais nous aurions peut-être eu tort; à quelques inversions près, les listes auraient été identiques, et n'auraient pas présenté à beaucoup près l'intérêt du mélange américain. Voir un match s'établir entre Helmholtz et Brush, n'est pas banal, et le résultat est caractéristique des préoccupations dominantes de l'auteur du bulletin.

Regardons-y de plus près. Tous les votes placent Faraday en tête, et je crois qu'il en serait de même en Europe; mais déjà l'indécision commence à la seconde place. Quel serait le résultat chez nous? Dans les listes séparées, il ne serait pas douteux. Maxwell serait le second parmi les savants, et ne figurerait probablement pas sur celle des inventeurs. L'illustre maître de Glasgow, le créateur de la télégraphie sous-marine, serait en fort belle place sur toutes deux, et le mélange le placerait probablement au second rang, comme dans la première des listes sélectionnées. Et après? Oh! après je crois que les divergences s'accentueraient.

Examinons l'une ou l'autre de ces listes. Nous voyons dans toutes figurer les plus illustres parmi les anciens, puis, sans transition, les modernes. Quant aux électriciens morts il y a plus de trente ans, ils semblent oubliés s'ils n'ont pas été les initiateurs d'une très grosse question.

La cohorte assurément remarquable des inventeurs et des chercheurs américains ou domiciliés aux États-Unis y figure presque en entier. Sans parler des chefs de file, qui, comme Graham Bell, ou Edison ont créé des révolutions, nous voyons à divers rangs E. Thomson, Tesla, Brush, Steinmetz, Sprague, et, dans les listes complémentaires, Gray et Weston. Plusieurs d'entre eux eussent figuré sans doute aussi sur les listes européennes; mais il y aurait eu quelques chances pour qu'on fît appel à des souvenirs d'un demi-siècle pour établir une comparaison réelle entre ceux qui préparèrent l'évolution, et ceux qui sont aujourd'hui les instruments de son accomplissement. Je ne parle même pas de l'absence de Volta, que dans leur pensée nos confrères américains ont sans doute aggloméré au siècle précédent, ce qui est parfaitement admissible. Mais je crois qu'on aurait été moins soumis à l'action de présence, et que Pouillet, de la Rive, Arago, Neumann, Clausius, Becquerel, Kohlrausch, Jacobi, Wiedemann, auraient eu des voix. Je pense aussi qu'on aurait recherché ceux qui découvrirent des phénomènes tels que la thermo, la

pyro ou la piézo-électricité. On aurait sans doute pensé aussi aux théories modernes de l'électrolyse, et Arrhenius eût recueilli des voix nombreuses.

En revanche, à quelques noms européens on en aurait sans doute substitué d'autres. Tout en rendant un hommage bien mérité aux travaux et à la brillante découverte de Rœntgen, on se serait souvenu des recherches qui l'ont rendue possible, et ceux qui auraient pensé aux décharges électriques dans les gaz auraient plutôt porté leurs suffrages sur Hittorf, le véritable initiateur de la question, ou encore sur Sir W. Crookes, ou enfin sur J.-J. Thomson qui semble bien tenir aujourd'hui la tête du mouvement, tant par ses belles recherches expérimentales que par ses idées très profondes sur tout cet ensemble de questions.

Marconi eût-il été nommé? Oui peut-être dans un vote populaire, assurément non dans un vote d'ingénieurs. Ici encore on aurait reporté la gloire sur les initiateurs, et les suffrages se seraient probablement divisés sur les deux ou trois électriciens qui ont le plus fait pour le progrès de la question. Si réellement on avait voulu que la télégraphie sans fil fut indiqué par un nom, on se serait probablement groupé sur M. Lodge ou M. Righi, mais, au fond, Hertz était bien suffisant.

Pour la télégraphie proprement dite, nous trouvons Wheatstone et Morse, et c'est justice. Ils représentent deux étapes distinctes de cette formidable révolution. Mais nous sommes en plein dans une troisième période inaugurée par l'admirable invention de M. Baudot dont je m'honore d'être l'ami, et il ne m'en voudra pas de l'avoir rappelé. Je pourrais, dans d'autres domaines, citer d'autres noms français, surtout parmi les savants actuellement vivants; on comprendra que je m'en abstienne.

Il y a quelques années, Henry fut pour ainsi dire révélé aux Européens, qui connaissaient assez vaguement ses travaux, et ne leur attribuèrent leur véritable valeur que lorsque nos confrères des Etats-Unis insistèrent pour que son nom fût donné à une unité. Henry avait bien réellement découvert l'induction avant que Faraday l'eût publiée, mais n'avait pas fait connaître ses résultats. Dans une réimpression récente de divers mémoires sur cette question, M. Ames en indique les raisons dans une excellente introduction. Henry vivait dans des conditions de travail déplorables. Surmené d'un bout à l'autre de l'année, il n'avait que ses quelques semaines de vacances pour le travail expérimental. Le jour de la rentrée, il remisait ses appareils, et, pendant onze mois, les découvertes attendaient. En août 1829, Henry observa l'étincelle d'extra-courant; l'année suivante, il trouva que, lorsque le champ magnétique est modifié à l'intérieur d'une bobine, il y a production de courant; mais il ne se décida à publier ses résultats que lorsque le mémoire de Faraday lui parvint.

Pareille mésaventure est arrivée à Masson, alors professeur à Caen. Ainsi, Savary disait, dans un rapport sur ses travaux, publié, en 1837, aux comptes rendus de l'Académie des sciences : « Personne ne verra dans nos paroles la moindre intention de réclamer en faveur de M. Masson ce qui ne saurait lui appartenir, quand nous dirons que son premier mémoire avait précisément pour objet les faits que nous venons de rappeler ici. Peut-être même devrons-nous justifier la mention honorable que nous donnons à ces premières recherches d'un jeune physicien éloigné de Paris, en disant qu'elles sont parvenues à l'Académie peu de temps après l'époque où la publication de M. Faraday a pu être connue même à Paris. »

L'antériorité de fait, relative à la découverte, par Henry, des phénomènes d'induction suffit-elle à le placer si haut dans la liste, alors que la priorité de la publication appartient incontestablement à Faraday? Et ne verra-t-on pas, dans sa position vis-à-vis d'Ampère qui fut le vrai et le grand initiateur, une manifestation nationaliste des électriciens américains? En Europe, Ampère eût été placé très haut, sinon au premier rang, au moins pas très loin, et ne serait certainement pas descendu au-dessous du quatrième. Nous le voyons onzième dans la liste dressée par les professeurs, ce qui, toute question nationale ou continentale mise à part, est certainement une injustice, explicable seulement par le fait que, dans les écoles américaines, pressé que l'on est d'arriver à des résultats pratiques, on étudie trop peu l'histoire de la science.

La comparaison des trois listes est intéressante, et chacun en pourra tirer de piquantes conclusions sur la popularité. La plus frappante est celle-ci : par le mélange des votes, Tesla devient un très grand homme, Maxwell rentre dans la moyenne et Helmholtz tombe au dernier tiers. Le plus surpris de ce résultat a sans doute été Tesla, car dans le vote choisi des ingénieurs, parmi lesquels se trouvait son bulletin, la distance à Maxwell est rétabli, et, s'il reste au-dessus de Helmholtz, c'est de bien peu.

Extrapolons vers le vote tout à fait populaire, et supposons que, au lieu de rassembler les suffrages des membres de l'Institut des ingénieurs électriciens, on eût fait un pas de plus vers le suffrage universel. Les mêmes phénomènes se seraient sans doute accentués, Maxwell et Helmholtz auraient modestement pris la queue de la liste, Joule aurait disparu, Tesla aurait gagné quelques rangs, Marconi aurait devancé Hertz.

Il serait intéressant de tenter ici une expérience semblable à celle de notre confrère. Les résultats en seraient sans doute fort différents. Les divergences ne prouveraient pas que nous avons raison, mais seulement que nous pensons différemment, et que, si nos collègues américains ne connaissent pas assez notre passé, nous ignorons trop leur présent.

Mais, ce qui serait plus curieux, ce serait de répéter là-bas et ici la même expérience dans dix ou vingt ans, alors que le siècle sera bien fini et rentrera dans le domaine de l'histoire. Je ne sais ce que donnerait la comparaison de nos deux listes, dont la première n'est pas encore établie; mais je ne serais pas surpris que le nouveau classement de nos confrères des États-Unis montrât plus d'une divergence de la liste actuelle.

CH.-ED. GUILLAUME.

(*La Nature*).

MACHINE A TIRER LES ÉPREUVES

SUR PAPIERS SENSIBLES

Cette machine a été étudiée pour appliquer d'une façon rationnelle la lampe à arc au tirage des papiers sensibles dans les bureaux de dessin.

Plusieurs dispositifs étaient employés déjà pour atteindre ce résultat; par exemple, l'éclairage du châssis par plusieurs lampes à arc avec déplacement de ce châssis devant les lampes : la durée trop longue de l'opération et l'éclairage inégal des différentes parties du dessin étaient un obstacle à la généralisation de ce procédé.

L'appareil que nous allons décrire d'après l'American Machinist a l'avantage de réduire à la fois le matériel nécessaire et la durée de l'exposition; en outre, il ne prend que très peu d'espace, ce qui offre quelques fois un avantage sérieux; il peut être installé sans précautions spéciales dans un local quelconque.

La figure ci-dessous représente cet appareil qui, comme on voit, est composé d'un cylindre en glace formé de deux parties réunies entre elles par une bague sur laquelle elles reposent; ces deux parties sont de plus réunies par des bandes métalliques verticales fixées sur leurs bords.

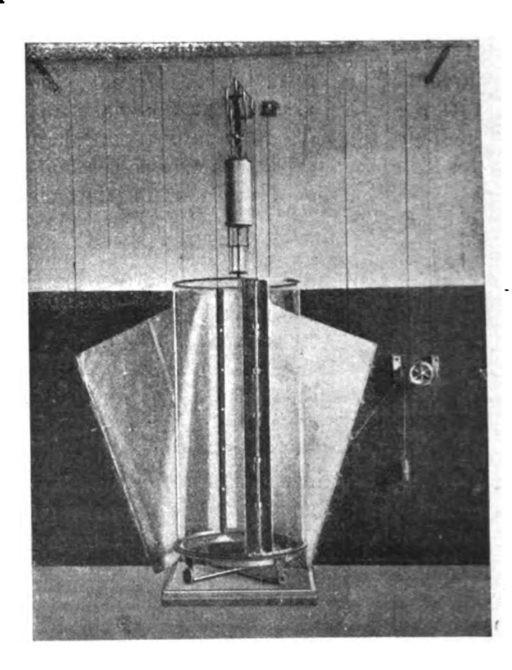
L'ensemble est monté sur un pied en fonte et peut tourner autour de l'axe du cylindre.

Une lampe à arc mise en mouvement par un moteur dont la vitesse est rendue uniforme par un mouvement d'horlogerie peut descendre à l'intérieur de ce cylindre. Le pendule régulateur permet d'atteindre différentes vitesses qu'on obtient en modifiant simplement la longueur du pendule, c'est-à-dire en élevant ou abaissant la masse.

Le dessin à reproduire n'occupe qu'une des parties du cylindre, de telle sorte qu'on peut tirer deux dessins en même temps.

Le dessin et le papier sensible sont engagés sous une feuillure en bois placée contre l'un des montants verticaux qui réunissent les deux portions du cylindre; cette feuillure est pressée contre le cylindre par des ressorts fixés sur le montant métallique.

Sous cette même feuillure, on vient placer, également par dessus le papier sensible, une des extrémités d'une bande de canevas; sur l'autre extrémité de cette même bande sont fixés une série de crochets à ressorts qui peuvent s'engager sur une tige de métal fixée elle-même sur le joint réunissant les deux portions de cylindre que l'on voit sur le devant de l'appareil.



Les crochets à ressort assurent un contact parfait et uniforme sur toutes les parties du dessin, de telle sorte qu'on peut même reproduire des dessins qui ont été froissés.

La vitesse de descente de la lampe est réglée suivant la qualité du papier sensible employé.

L'appareil se fait en différentes dimensions.

A. BAINVILLE.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Les Compagnies télégraphiques sous-marines anglaises. — Les rapports publiés par les grandes compagnies télégraphiques fournissent toujours une ample pâture à l'intérêt du public et, en partie à cause des énormes capitaux qui leur passen-



dans les mains pendant six mois; tel est le cas de la compagnie Eastern Telegraph. Cette compagnie, pour ce dernier semestre, a eu pour recettes 642 145 livres; si l'on déduit de cette somme 131 862 livres de dépenses ordinaires et 45 582 livres de frais de réparation et de renouvellement de câbles ainsi que 6 572 livres pour dépréciation, etc, il reste encore pour faire face aux paiements des intérêts et des dividendes le respectable total de 449 527 livres. Les fonds que les compagnies ont toujours su se réserver peut être regardé comme l'une de leur principale force. Pour le semestre dont nous parlons, on a ajouté à ce fonds de réserve la somme de 250 000 livres et 10 000 livres prévues pour l'entretien des navires; d'ailleurs, cette Compagnie a eu l'intelligence, après une raisonnable opposition de consentir à des réductions de tarifs pour l'Australie et le Sud-Africain, et de concert avec la Compagnie Eastern Extension, elle a procédé à la pose d'un nouveau câble d'Australie en Afrique. Nous devons faire remarquer qu'au sujet du revenu brut de 642 000 livres indiquées plus haut, il y a une augmentation de recettes de 167 000 livres sur l'année précédente. Cette augmentation est principalement due à l'accroissement de trafic, mais aussi à d'autres causes. Quant aux dépenses, il n'y a qu'une augmentation de 10 000 livres. Cette Compagnie emploie non seulement des bateaux-câbles à la réparation de ses lignes, mais encore elle les loue fort avantageusement aux autres compagnies. C'est ainsi que, par exemple, tout dernièremenl, l'un d'eux a été employé en Chine pour la pose d'un câble.

La Compagnie télégraphique Anglo-Américaine accuse pour ce dernier semestre 197 282 livres de recettes, soit une diminution de 16 000 livres. Les dépenses totales y compris la réparation des câbles se sont élevées à 70 376 livres, soit une légère augmentation de 3200 livres; 12 000 livres ont été placées en réserve et 114 906 livres sont disponibles pour les actionnaires

La Compagnie Direct United States Cable a souffert de la concurrence que lui a récemment faite le câble allemand allant à New-York. Les recettes ont été de 50 534 livres, soit une baisse de 6266 livres. Les dépenses d'exploitation se sont maintenues à 20 827 livres, ce qui a donné 29 707 livres de bénéfice net. Le fonds de réserve, augmenté d'une nouvelle somme de 10 000 livres, s'élève maintenant à 433 000 livres.

Il y a quelques années, une Compagnie s'était formée pour la pose de lignes dans l'Amérique du Sud, c'était la Amazon Telegraph C°. Jusqu'ici ses affaires ont été aussi mauvaises que possible; le lit du fleuve Amazone est, parait-il, une détestable place pour la conservation des câbles et il en résulte, de cela et d'autres causes, une perte sèche de 60 000 livres. On vient de voter un nouvel appel de fonds de 150 000 livres, mais c'est là le dernier effort que l'on tente pour sauver la situation.

***

Canalisations aériennes. — Depuis quelques années, il s'est fait dans nos grandes villes d'Angleterre de notables progrès dans la substitution des lignes aériennes aux lignes souterraines pour les réseaux téléphoniques. La Compagnie nationale des Téléphones a déjà dépensé d'énormes sommes à ce sujet, partie pour satisfaire le public et partie pour assurer un service plus efficace. Dans la ville de Liverpool tout récemment, cette transformation a été commencée. Malheureusement, le 4 février, il y a eu une très forte tourmente de neige et il en est résulté que, sous le poids des flocons et des amoncellements, de grandes longueurs de fils se sont effondrées; de plus, dans sa chute, un des fils vint se mettre en travers d'un conducteur à 500 volts d'une ligne à trolley, ce qui eut pour effet immédiat de tuer deux hommes, deux chevaux et de soumettre environ une quinzaine de personnes à des expériences désagréables sur les chocs électriques. On ne sait encore au juste si l'on avait employé quelque moyen préventif comme fils des gardes, bandes de bois ou protection quelconque. Dans tous les cas, l'accident n'en existe pas moins, et c'est le plus sérieux qui soit arrivé en Angleterre, aussi le public n'est-il que très peu partisan des canalisations aériennes. Il est à craindre que les oppositions ne se borneront pas à s'élever contre les lignes téléphoniques aériennes, mais aussi contre les lignes à trolley.

***

Les tramways électriques de Londres. — La Compagnie des tramways réunis de Londres vient, cette semaine, de mettre en service quelques voitures électriques, non pour le public, mais pour permettre aux autorités de l'observatoire de Kew et du Board of Trade de s'assurer de l'effet des courants sur les instruments magnétiques de cet observatoire.

Le Conseil du comté de Londres a pris des dispositions pour permettre à ses membres de pouvoir assister à des essais faits sur une courte ligne d'expériences à caniveau souterrain, installée au dépôt des tramways à Comberwell par la Compagnie anglaise Westinghouse. A ce même endroit, ils assisteront également à l'essai d'une autre section montée d'après le système dit express et dû au professeur Kennedy, expert du Conseil. Les membres pourront ainsi se rendre compte *de visu* des résultats et du fonctionnement avant de décider, c'est-à-dire dans quelques semaines, quel type de traction électrique souterraine devra être adopté pour les sections de Westminster, Kensington et Waterloo.

La Compagnie qui se présente pour équiper une ligne de tramways électriques entre Greenwich et Catford avec le système à contact superficiel Schuckert, ainsi qu'il fonctionne à Munich, est vivement combattue par les autorités locales. La raison de cette obstruction est que l'on craint un grand encombrement dans les étroites rues de ces agglomérations.

***

L'éclairage électrique et la force motrice en Angleterre. — Un certain nombre des autorités municipales de Middlesex, qui s'étaient vivement opposées aux projets de Compagnies désireuses de distribuer l'énergie à une douzaine de petites localités au moyen d'une grande station génératrice,

viennent actuellement de se concerter pour se réunir aux promoteurs de ce projet et l'exploiter conjointement. Les Conseils de Enfield, Edmonton, Southgate, Tottenham et Wood Green seraient alimentés au moyen d'une station située à Edmonton, dès que l'on aurait obtenu l'autorisation du Parlement. MM. Hammond et Hautayne recommandent l'emploi de courants triphasés à haute tension avec une sous-station de distribution. On aurait besoin de 100 000 lampes à incandescence pour l'éclairage privé, 500 lampes à arc pour les rues et 500 kw pour la force motrice. Ce projet coûterait 400 000 livres et laisserait un vaste champ ouvert aux extensions futures. La puissance de la station serait de 4000 kw dont une réserve de 1000 kw. La perte dans la distribution est estimée à 600 kw. Une somme de 25 000 livres sera dépensée pour les canalisations gratuites à l'intérieur des habitations, système que les municipalités tendent de plus en plus à adopter. On pense que la production annuelle atteindra 3 524 000 unités et que le coût de cette production sera de 1,5 pence l'unité.

A Liverpool, on vient d'inaugurer de nouveaux tarifs pour l'énergie électrique. Dorénavant, pour l'alimentation des tramways municipaux, le courant sera livré à raison de 1,2 pence l'unité; pour l'éclairage privé et la force motrice le minimum sera de 1,5 pence. On a voté 300 000 livres supplémentaires pour procéder à des extensions dans l'éclairage et 600 000 livres pour des prolongements de lignes de tramways.

A Bath, le Conseil de la ville trouve qu'il est urgent de poser de nouveaux feeders pour l'éclairage. Les câbles existants ont eu à supporter pendant l'hiver et à Noël principalement de très fortes charges et il en est résulté un échauffement anormal ainsi que des pertes de tension; ces canalisations courent le risque d'être détruites entièrement si pareille chose se renouvelait. M. Metzger, l'ingénieur, vient d'établir un devis pour l'installation de cinq sous-stations principales desservies par de nouveaux feeders; les anciens seront enlevés et comme ils sont détériorés de place en place, on les emploiera, pour des petites distributions, dans les districts excentriques. L'avis de M. Metzger est que le seul moyen d'obtenir un service sûr est d'avoir un feeder distinct et indépendant avec une seule sous-station. A la station de Bath, on a enlevé quelques petits groupes électrogènes pour leur substituer des ensembles de 240 kw.

Il semble résulter, en résumé, des rapports que les municipalités viennent de publier que la distribution de la force motrice pour commandes électriques a de beaucoup augmenté; l'un de ces rapports nous montre en effet que cette distribution a été de 1085 unités en 1899, tandis qu'elle s'est trouvée multipliée par huit en 1900; les stations municipales ont également plus que doublé leur production pour l'alimentation des tramways et presque doublé leur distribution d'éclairage. Nous espérons pouvoir donner prochainement un court résumé des résultats obtenus par les stations de Londres et celles de quelques usines municipales.

***

Les chemins de fer électriques souterrains de Londres. — Les rapports que viennent de publier les Compagnies de chemins de fer électriques de Londres : City and South, Waterloo and City, Central London, Great Northern and City contiennent certains détails intéressants et dignes de remarques. Au point de vue financier, peu de choses à dire, sauf que le dividende de la ligne City and South London a été très faible malgré l'inauguration des extensions, et que les administrations de Waterloo and City ont suffisamment réalisé de bénéfices pour donner 3 0/0 aux actionnaires ordinaires et que le Central London a obtenu un résultat analogue. Il est certain qu'il n'y aura pas de hausse accentuée dans le cours des actions de ces compagnies, d'autant plus que l'on prévoit plutôt pour l'avenir des empêchements à un meilleur service. La ligne City and South se berce cependant de l'espoir qu'elle verra de meilleurs jours et pourra donner des dividendes plus élevés dès que la grande extension de la ligne d'Islington, actuellement en construction, sera achevée, c'est-à-dire dans six mois environ.

Au contraire de la ligne Central London, celle de City and South n'a jamais reçu de plaintes contre son service, relativement surtout aux vibrations et aux chocs. Cela tient à ce que son matériel roulant et ses locomotives ne pèsent pas, à beaucoup près, comme le matériel de Central London. Les locomotives de cette dernière ligne sont en effet très lourdes et sont cause, en grande partie, des vibrations excessives communiquées à toute la voie. Le Board of Trade a nommé une commission chargée de faire des enquêtes à ce sujet, et il est à craindre que, dans certains quartiers, les règlements et cahiers des charges imposés aux chemins de fer électriques comprennent une clause exigeant l'absence totale de vibrations. Un autre point, également intéressant actuellement, est relatif à la dimension des tunnels. Les lignes City and South London, Waterloo and City et Central London, ont des tunnels d'environ 3,35 m de diamètre, et les trains s'y encastrent exactement; cet état de choses a soulevé bon nombre de questions sur ce qui pourrait arriver si un train était arrêté pour une cause quelconque dans les tunnels. Maintenant les lignes du Great Northern et du City Railway ont adopté des tunnels de 4,85 m de diamètre; c'est évidemment une grande augmentation de dépenses pour la construction par kilomètre de voie; mais cette mesure est beaucoup plus prudente, car elle permet aux voyageurs, en cas d'accident, de circuler sur la voie de chaque côté du train; en outre, la circulation d'air s'effectue beaucoup plus facilement que dans le cas précédent. Le succès qu'obtiennent ces lignes souterraines près du public est extrême, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants, donnant le nombre de voyageurs transportés dans le dernier semestre :

Lignes.	Longueur.	Nombre de voyageurs.
Central London	6 milles	14 916 922
Waterloo and City. . . .	1,5	2 088 400
City and South London. .	4,8	5 018 847

non compris les abonnements à l'année.

Presque toutes ces lignes ont souffert du prix très élevé du charbon et des matériaux. Les dépenses d'exploitation de la City and South London



ont été, malgré cet état de choses, plus basses qu'elles n'ont jamais été, c'est-à-dire de 56,22 0/0 des recettes. Le Central London a dépensé 58,8 0/0 des recettes, mais on doit se rappeler que, pour cette ligne, il s'agit du premier semestre de fonctionnement; elle pourra réduire ses dépenses d'exploitation au fur et à mesure de son service, surtout lorsqu'elle aura complété ses extensions en boucle à chaque extrémité, ainsi qu'elle l'a projeté; dans ce cas, un grand nombre de voyageurs pourront être transportés par un service plus fréquent de trains qui parcourront continuellement un cercle fermé, ce qui contribuera encore à éviter les encombrements qui se produisent de temps en temps et, de plus, les dépenses d'exploitation s'en trouveront de beaucoup diminuées. Quant au prolongement de la ligne City and South vers Islington, les travaux de la voie et des canalisations électriques sont achevés, et les ascenseurs sont en construction. Depuis l'inauguration du prolongement de City and Clapham, la longueur parcourue par les trains s'est accrue de 141 697 milles, et le nombre de ces trains a augmenté de 3966; quant au nombre des voyageurs transportés par train, il a été de 61,13 au lieu de 44,8. Les recettes par train ont été portées de 7 shellings 2 pence à 7 shellings 11 pence. Les dépenses de trafic ont augmenté; elles sont de 7,8 pence au lieu de 6 pence par train. Mais il est nécessaire d'ajouter que, précédemment, le système des tourniquets était employé, tandis qu'avec le nombre toujours croissant des voyageurs, on a modifié ce procédé, augmenté le nombre des guichets et, par suite, les dépenses ont augmenté naturellement. La ligne City and South London a un service de train toutes les 2,5 minutes, mais on l'augmentera prochainement, surtout aux heures des affaires; le matin et le soir, les trains comprendront quatre et cinq voitures, au lieu de trois en temps ordinaire.

Il est enfin intéressant de mentionner que la Compagnie du Great Northen and City, qui, primitivement, avait l'intention d'employer des locomotives électriques, a pris exemple sur les récents perfectionnements adoptés par le Central London et compte diminuer le poids des trains avec le système à unités motrices multiples; leur équipement électrique sera chose faite la semaine prochaine.

CHRONIQUE

Le carillon électrique de Saint-Patrick, à New-York.

Nous savons déjà que les Américains ne dédaignent pas le son harmonieux des cloches et que, de plus, nos antiques carillons européens ont été imités et perfectionnés de l'autre côté de l'Océan. En voici un nouvel exemplaire qui semblera, du moins par les dimensions, dépasser tous ceux qu'ils ont déjà établis. Ce carillon, composé de dix-neuf cloches pesant chacune de 100 à 2 720 kg, est placé dans les tours de la cathédrale Saint-Patrick; son fonctionnement s'effectue mi-partie par l'air comprimé, mi-partie par l'énergie électrique; c'est-à-dire que si les marteaux sont actionnés chacun séparément par les pistons de cylindres remplis d'air sous pression, le courant électrique a pour fonction de permettre l'introduction de cet air comprimé dans les cylindres au moyen d'électro-aimants et d'armatures soulevant une soupape. Cette manœuvre électrique permet donc d'actionner le carillon à distance, de la sacristie, par exemple, à l'aide d'un manipulateur à clavier portant autant de touches que de cloches. Il parait, d'après les revues américaines, que ce merveilleux carillon joue, en outre, *automatiquement*, quatre fois par jour, l'*Angelus* et le *De Profundis*. (Pourquoi quatre?) Pour que leur gaieté résiste à ce lugubre entrainement, il faudra que les voisins de la cathédrale aient une santé à toute épreuve. — D.

Curieuse recherche étymologique.

C'est une perle que nous avons l'intention d'offrir à nos lecteurs en leur citant, sans en rien changer, l'étourdissant entrefilet que publiait, en première page, s. v. p., *le Journal* du 15 février dernier :

Un abonné du *Journal* de Nice nous exprime **très justement** son étonnement de certain néologisme introduit dans le vocabulaire français on ne sait trop comment :

« Monsieur, — Je vois paraître depuis quelque temps dans les journaux le mot « wattman ». Pourriez-vous me dire l'origine de ce vocable barbare? Ce n'est pas de l'allemand. En allemand, on dirait « wachtman ». Encore moins de l'anglais. En anglais, on dirait « watchman ». ce qui signifie guetteur, veilleur, dans le sens des serenos espagnols. Et ce mot n'est jamais employé pour désigner un conducteur de machine. Alors pourquoi emprunter, en le dénaturant, à nos voisins, un mot dont ils ne se servent pas, quand il serait si simple d'appeler le machiniste d'un tramway : conducteur, chauffeur, machiniste, au lieu de l'affubler de cette qualité ridicule! »

Et c'est tout. Évidemment les habitants de Nice et les honorables rédacteurs du *Journal* ne sont pas forcés de savoir ce que c'est qu'un *watt*, ni de connaitre le nom de James Watt, mais tant qu'à chercher des étymologies, on aurait pu toucher certainement mieux, tout en se donnant moins de peine. — D.

La télégraphie sans fil.

A Brest, la commission de la télégraphie sans fil, présidée par M. le capitaine de frégate Dufaure de Lajarte, de la défense fixe, procède actuellement à de curieuses expériences de ballons au sémaphore du Parc-au-Duc, en face de la rade de Brest. Ces ballons, qui s'élèvent à de grandes hauteurs, sont destinés à permettre de communiquer à des distances considérables; ils sont reliés aux appareils de télégraphie sans fil par un câble électrique qui envoie l'électricité dans le ballon. Les expériences déjà faites, et qui vont se poursuivre, ont donné d'excellents résultats.

Chauffage électrique des chaudières.

D'après notre confrère de New-York, l'*Electricity*, un mécanicien de Hamilton vient d'inventer un procédé électrique destiné à la production de la vapeur dans les chaudières. Dans ce dispositif,

l'eau est projetée sous forme de gouttelettes continues et très denses sur des tubes chauffés électriquement, et la vapeur est instantanément produite. L'énergie électrique nécessaire au chauffage est fournie par une dynamo qui est actionnée par un moteur s'alimentant avec l'excès de vapeur de la chaudière. Mais pour commencer, pour le démarrage, il est nécessaire d'employer un moteur à pétrole; un demi-litre de combustible suffirait. Une compagnie s'est déjà formée afin d'exploiter ce procédé et, ajoute notre confrère américain, les mécaniciens compétents ont grande confiance dans son succès. — D.

Traction électrique entre Rome et Naples.

Suivant le *Corriere di Napoli*, MM. Ferrara et Guerra, ingénieurs napolitains, ont soumis récemment au ministère des Travaux publics d'Italie le projet de construction d'un chemin de fer électrique entre Rome et Naples. La ligne en question aurait un développement d'environ 215 km.; elle éviterait autant que possible les rampes et les courbes en longeant la côte et en desservant, sur son passage : Cisterna, Terracina, Fondi, Formia, Garigliano, Minturno, Mondragone et Cancello. Un embranchement se détacherait de la ligne principale pour aboutir, par Marano et Quagliano, à la résidence royale de Capodimonte. Les auteurs du projet ci-dessus estiment qu'ils pourraient franchir en trois heures la distance qui sépare Rome de Naples, alors que le même trajet nécessite aujourd'hui de cinq heures et demie à sept heures. La puissance électrique nécessaire serait fournie par des installations hydraulico-électriques. Les trains, légers et nombreux, ne transporteraient que des voyageurs. — G.

Une nouvelle lampe électrique de mineur.

Suivant l' *Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* de Vienne, M. R.-J. Gülcher est parvenu à construire, à l'usage des mineurs, une lampe électrique remplissant toutes les conditions que l'on peut exiger d'un appareil de ce genre. Les lampes actuellement utilisées dans les mines, d'une tension de 4 volts, offrent de nombreuses imperfections. M. R. J. Gülcher, lui, s'est appliqué à établir une lampe de 8 volts, alimentée par un accumulateur de 4 éléments. Il a résolu le problème de façon très satisfaisante. La plus grande difficulté consistait en l'obtention d'un accumulateur léger qu'il est parvenu à construire. Son dispositif complet — appareil éclairant et accumulateur — ne pèse pas plus de 3,2 kg. La nouvelle lampe a la forme ordinairement employée dans les mines. Les plaques de l'accumulateur se composent d'une sorte de tissu en fils de plomb dans les mailles duquel se trouve la masse active. Elles admettent une charge suffisante pour un éclairement de 10 à 11 heures. Grâce à la plus grande longueur donnée au filament de charbon, l'on obtient une lumière d'une intensité double de celle fournie par la lampe à 4 volts. La nouvelle lampe, dont le prix de revient ne dépasse point celui des autres appareils d'éclairage qui trouvent leur emploi dans les mines, peut fournir de 150 à 200 heures de combustion. — G.

Lampe électrique à incandescence de M. L. de Somzée.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* de Vienne publie l'information suivante :

« La lampe à incandescence de Nernst a, comme on le sait, attiré l'attention d'un grand nombre d'inventeurs qui se sont appliqués à résoudre, plus ou moins ingénieusement, le problème que comporte l'échauffement préalable. Une des solutions les plus simples obtenues consiste à donner à l'électrolyte incandescent un enduit en platine; ce dernier, porté à l'incandescence dès la mise en circuit, échauffe l'électrolyte. Mais, d'autre part, les températures élevées que provoque le passage du courant, détériorent facilement le platine. Afin de remédier à cet inconvénient, M. L. de Somzée, de Bruxelles, au dire de la *Zeitschrift für Beleuchtungswesen*, recouvre partiellement le corps incandescent d'un mélange de platine et de silicium. L'expérience a démontré que ce mélange résiste plus facilement aux températures élevées et qu'il donne de meilleurs résultats que le platine pur. Il suffit d'appliquer sur le corps incandescent une bande droite ou en spirale du mélange précité. Si ce dispositif donne vraiment de bons résultats, la lampe Nernst parviendra peut-être enfin à ... éclairer. »

G.

La télégraphie sans fil en Extrême-Orient.

D'après le *Rousskii Invalid*, la télégraphie sans fil est employée pour faire communiquer, avec la ville de Takou, les navires russes de l'escadre du Pacifique qui sont en rade. On va aussi assurer ces communications à l'aide de pigeons-voyageurs (on sait que certains navires sont ancrés à plus de 12 kilomètres de Takou).

Le sous-marin « Français ».

Le sous-marin *Français* a été mis à l'eau le 29 janvier. L'opération a parfaitement réussi.

Dès qu'on eut ouvert les vannes de la forme et que le niveau de l'eau eût été jugé suffisant, on enleva les dernières attaches du sous-marin qui apparut instantanément à la surface.

Le *Français* a été conduit de suite au poste de stationnement des torpilleurs. Ce nouveau sous-marin est du type du *Morse*, il mesure 36 mètres de longueur et 2m.75 de largeur avec un déplacement de 146 tonneaux; il est mû par des accumulateurs; sa construction a coûté 825 000 francs.

Les essais d'immersion et de navigabilité auront lieu, très probablement, dans une huitaine de jours. Son équipage est de 8 hommes; son commandant, le lieutenant de vaisseau Dartige du Fournet.

L'*Algérie*, autre sous-marin du même type, sera lancé dans deux mois environ.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

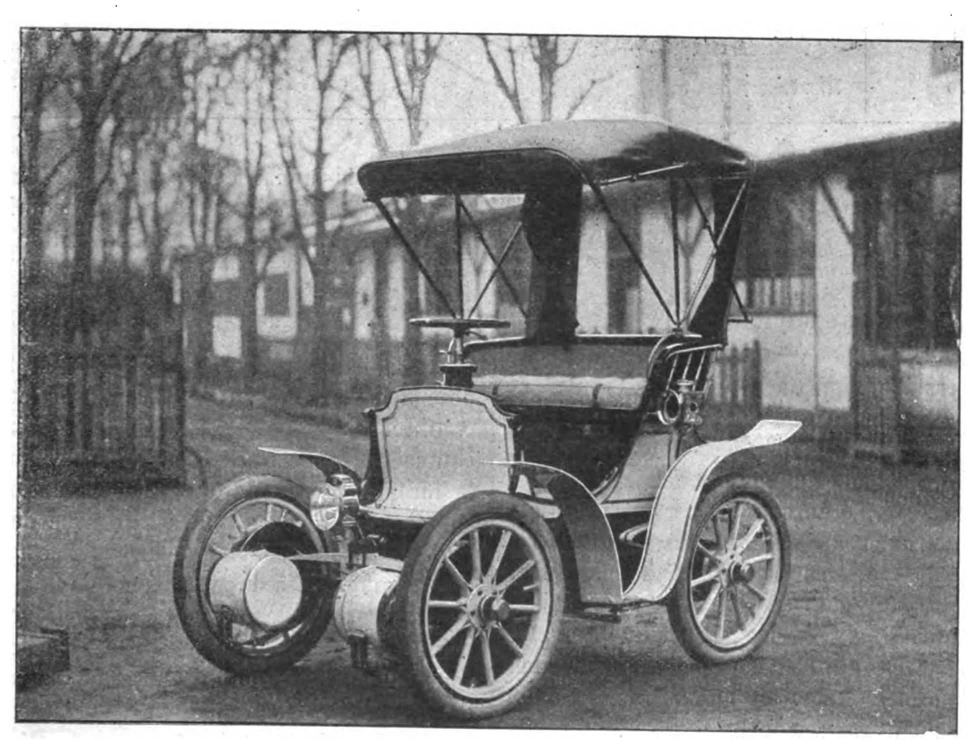
L'ÉLECTROLETTE KRIÉGER TYPE E. O.

Parmi les très rares nouveautés électriques du Grand Palais, dit la *Locomotion automobile*, il faut citer l'électrolette Kriéger, dont nous donnons ci-dessous une vue. La Compagnie parisienne des voitures électriques a cherché à établir une voiture à bon marché, légère, à parcours assez long, en même temps que d'un entretien facile.

Le principe est, au fond, toujours le même : l'avant-train est moteur et directeur ; les moteurs, au lieu d'être placés, comme dans le premier type construit, verticalement ou, comme dans le second, horizontalement, mais avec leur axe perpendiculaire à l'essieu, sont placés horizontalement, en avant du train et leur axe est parallèle à celui de l'essieu.

L'emploi de deux moteurs supprime tout différentiel ; à signaler que les moteurs sont construits par la maison Cuénod, de Genève, et paraissent très soignés.

Les roulements des moteurs et des moyeux sont à billes, ce qui assure à la voiture une résistance à la traction assez faible.



L'Électrolette Kriéger.

Les différentes constantes de l'électrolette Kriéger sont :

Poids total avec les accumulateurs.	760 kg
Poids des accumulateurs. .	360 kg
Poids de la voiture. . . .	400 kg
Puissance de chaque moteur.	3 ch
Poids de chaque moteur. .	50 kg
Vitesse maximum à l'heure en palier.	35 km
Vitesse moyenne. . . .	20 à 25 km

La batterie d'accumulateurs, du type Fulmen, comprend 44 éléments B 13, d'une capacité de 104 ampères-heure, au régime de décharge en 5 heures ; elle est contenue dans le corps même du châssis et s'enlève par simple glissement par une porte située à l'arrière de la voiture.

Le coupleur, du type ordinaire, permet dix combinaisons différentes dont nous donnons plus loin le détail.

Il y a lieu aussi de remarquer que la récupération se commande par le coupleur, et non plus par une pédale séparée ; on voit que la régulation est toujours fondée sur le principe de la marche en série-parallèle avec un double enroulement inducteur, l'enroulement shunt ne servant seul que pour la récupération et le freinage.

La direction est à cheville ouvrière ; elle est très maniable et se fait avec une réduction de mouvement de 1 à 4.

Outre le freinage électrique qui agit sur l'avant-train, la voiture est munie d'un frein à bande à l'arrière-train; ce frein serre dans les deux sens de marche, et de plus il porte un dispositif qui, en marche arrière, le fait serrer d'autant plus que la voiture se trouve sur une rampe plus forte, ce qui supprime tout organe contre le recul (1).

Position du coupleur.	Rôle	Deux batteries.	Excitations.	Deux induits.
0	Arrêt; charge de la batterie.	Série.	Ouvertes.	Ouverts.
1	Démarrage.	Quantité.	Shunt et série.	Série.
2	Petite vitesse.	»	Série.	»
3	Récupération.	»	Shunt.	»
4	2e vitesse.	Tension.	Shunt et série.	»
5	3e —	»	Série.	»
6	Récupération en grande vitesse.	»	Shunt.	Parallèle.
7	4e vitesse.	»	Shunt et série.	»
8	5e —	»	Série.	»
9	Freinage électrique.	Quantité.	Shunt.	En court-circuit.
10	Marche arrière.	»	Shunt et série.	En série et inversés.

SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES

Les essais magnétiques des fers, fontes et aciers entrant dans la construction des machines et appareils électriques tendent à se généraliser, depuis surtout que des instruments industriels ont été réalisés, permettant ainsi aux constructeurs d'effectuer les mesures qui leur sont nécessaires par des méthodes faciles à appliquer.

Les indications données par ces instruments, perméamètres et hystérésimètres, ont une valeur réelle et les essais qu'ils permettent de faire donnent aux constructeurs le moyen d'éviter souvent de graves mécomptes.

Essais magnétiques des fers. — Les essais magnétiques des fers présentent une importance capitale, car ils permettent de fixer les dimensions définitives des pièces des machines dynamos, des transformateurs, etc. Lorsqu'on n'a pas de données précises sur la qualité des fers qui seront employés pour la construction, l'étude d'une machine peut être très imparfaite et l'on s'expose à réaliser une dynamo, par exemple, que les dimensions trop faibles données aux pièces de fer rendront inutilisable; si, au contraire, les dimensions données sont exagérées, on augmente inutilement le prix de revient.

Les essais industriels des fers se réduisent :

1° A la détermination de leur courbe de perméabilité μ en fonction de l'induction $\mathfrak{B}$;

2° A la détermination du coefficient d'hystérésis η.

Quand le fer n'est pas soumis à des variations de flux périodiques, comme c'est le cas pour les inducteurs de dynamos à courant continu, on l'emploie sous forme de masses compactes fondues, coulées ou forgées qui sont la fonte, l'acier coulé ou le fer forgé. Dans ce cas, il suffit de déterminer la courbe des perméabilités. Au contraire, lorsqu'il s'agit de pièces soumises à des variations de flux périodiques, comme les circuits magnétiques des transformateurs d'induction, le fer est employé sous forme de tôles minces afin d'éviter, autant que possible, la production de courants de Foucault qui donnent lieu à une perte d'énergie. Avec des flux variables périodiquement, les pertes hystérétiques interviennent nécessairement sans que l'on puisse les diminuer par l'interposition d'un isolant entre les tôles. Dans ce cas, on se borne généralement à déterminer le coefficient d'hystérésis.

Toutefois, comme le fer soumis à l'essai peut être excellent au point de vue de sa perméabilité et médiocre ou mauvais au point de vue de l'hystérésis ou inversement, il est souvent indispensable de procéder aux deux essais. C'est ce qui se présente, par exemple, pour les tôles d'induit de dynamos.

Les fers, fontes et aciers peuvent également être soumis à des essais chimiques, quoique les résultats obtenus soient insuffisants pour apprécier exactement leurs qualités magnéti-

(1) Constructeur : M. Kriéger, 80, rue Taitbout, Paris.

ques qui dépendent surtout de leur état moléculaire. Toutefois, on sait aujourd'hui que les fers, fontes et aciers destinés à la construction des machines électriques doivent être absolument exempts de manganèse, de soufre et de phosphore, des traces de ces corps ayant pour effet de rendre la perméabilité du métal beaucoup plus faible.

Pour permettre la coulée des aciers destinés à la construction des machines électriques, on leur donne la fluidité nécessaire, non avec du manganèse, mais avec de l'aluminium. Pour les aciers servant à faire des aimants permanents, la perméabilité est une qualité secondaire; on cherche principalement à obtenir une grande constance d'aimantation et, dans ce cas, on prend des aciers contenant le plus souvent du tungstène ou du manganèse.

Qualités magnétiques généralement imposées pour la fourniture des fontes, aciers coulés, fers forgés, tôles utilisés dans les constructions électriques. — L'industrie produisant aujourd'hui d'excellentes matières magnétiques, on peut exiger généralement que ces matières remplissent les conditions suivantes :

1° Une induction de 8000 gauss pour une force magnétomotrice de 60 ampères-tours par centimètre dans la fonte;

2° Une induction de 8000 gauss pour une force magnétomotrice de 2 ampères-tours par centimètre dans le fer forgé;

3° Une induction de 8000 gauss pour une force magnétomotrice de 1,96 ampère-tour par centimètre dans l'acier coulé;

4° Une induction de 15 000 gauss pour une force magnétomotrice de 15 ampères-tours par centimètre dans les fers forgés et dans les aciers coulés. (Dans l'air, il faut 6400 ampères-tours par centimètre pour obtenir une induction $\mathcal{B}$ ou une intensité de champ $\mathcal{H}$ de 8000 gauss);

5° Au point de vue de l'hystérésis, les tôles doivent avoir un coefficient η inférieur à 0,0016, si possible, et ne dépassant jamais 0,002. Le coefficient $\eta = 0{,}0016$ correspond à une perte d'énergie de 2,25 watts par kilogramme de fer à la fréquence de 100 périodes par seconde et pour une induction maximum de 6000 gauss, l'induction moyenne étant alors :

$$\mathcal{B}_{moy} = \frac{\mathcal{B}_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{6000}{1{,}414} = 4250 \text{ gauss.}$$

Dans les mêmes conditions, le coefficient $\eta = 0{,}002$ correspond à une perte d'énergie de 2,81 watts par kilogramme de fer.

Instruments de mesures magnétiques. — Les instruments de mesures magnétiques utilisés industriellement sont les perméamètres et les hystérésimètres. Plusieurs instruments de ce genre ont été réalisés dans ces dernières années et, grâce aux perfectionnements dont ils ont été l'objet, on possède maintenant des modèles donnant toute satisfaction.

Nous nous proposons de décrire successivement les divers modèles de perméamètres et d'hystérésimètres d'usage courant, dont quelques-uns ont figuré à l'Exposition de 1900.

J.-A. MONTPELLIER et M. ALIAMET.

(A suivre.)

LA PRODUCTION DIRECTE

DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

PAR LE CHARBON

C'est un fait bien connu qu'un morceau de charbon de bonne qualité contient assez d'énergie pour élever son propre poids à l'encontre de la gravité, à une hauteur verticale de 3 200 km. Autrement dit, 1 kg de charbon brûlé dans l'air dégage une énergie d'environ 12 chevaux-heure, ce qui correspond à 0,08 kg par cheval-heure.

Le moyen le plus connu d'obtenir cette énergie sous la forme mécanique est le moteur thermique qui, en pratique et sur une grande échelle, est la machine à vapeur. Dans les meilleures machines à vapeur, la consommation, au lieu d'être 1/12 de kg par cheval-heure au frein, est environ 570 gr et cette consommation est même comprise entre 1 kg et 1,500 kg dans les machines ordinaires de moyenne puissance.

L'inefficacité de la machine à vapeur est connue et critiquée depuis longtemps. Les meilleures machines à vapeur de l'année 1801 avaient un rendement net de 4 0/0 environ, de sorte que le progrès réalisé pendant le dix-neuvième siècle a été d'augmenter le rendement total des meilleures machines de 4 0/0 à 14 0/0.

La grande cause de perte dans la machine à vapeur est la conséquence d'une loi naturelle, définie en apparence, d'après laquelle, si nous fournissons à un corps quelconque, — tel que du gaz hydrogène, — une certaine quantité de chaleur (à la température du plomb fondant, par exemple) et dans un cylindre étanche à la cha-

leur, n'ayant aucune perte thermique, et si nous permettons à ce gaz de fournir un travail mécanique au moyen d'une série de courses ou de cycles (par une détente poussant le piston et suivie d'une condensation), nous ne pouvons obtenir en énergie mécanique l'équivalent total de l'énergie calorifique, à moins que la détente ne soit continuée indéfiniment, avec une diminution simultanée de la température du gaz détendu jusqu'au zéro absolu ou — 273° C., température à laquelle le corps ne contiendrait plus de chaleur.

Le rapport de la chute de température utile à la chute totale théorique jusqu'au zéro absolu représente le rendement thermodynamique et limite la valeur de la machine thermique. Il semble que toute machine thermique ou tout convertisseur d'énergie qui implique une restitution de chaleur à une température plus basse, doit être sujet à cette limitation et à sa perte désastreuse.

La question s'est par suite souvent élevée de savoir si l'énergie ne pouvait pas être directement extraite du charbon sans avoir recours au procédé thermodynamique, et par suite sans avoir à payer un si lourd tribut à la température absolue de 300° C., ou 300° au dessus du zéro absolu, à laquelle nous nous trouvons vivre et au-dessous de laquelle nous sommes incapables de pousser notre détente.

Si, par exemple, la houille était convertie en coke, conversion qui peut être faite commercialement sans perte et peut-être même avec bénéfice en raison de la valeur des produits de distillation, et si le coke pouvait être consommé dans une batterie galvanique de la même façon que le zinc l'est ordinairement, il n'y aurait pas cette perte obligatoire d'énergie et, théoriquement, presque toute l'énergie de la combinaison entre le carbone-coke et l'oxygène pourrait être libérée dans le circuit électrique de l'appareil. Ceci représenterait la production directe de l'énergie du carbone-coke sous forme d'énergie électrique. Malheureusement, le charbon refuse de se comporter comme le zinc et de brûler dans un élément voltaïque. Le seul moyen connu par lequel on pourrait obtenir que le charbon fournisse son énergie dans un couple voltaïque consiste dans la formation d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique; en d'autres termes, la même oxydation qui fournit l'énergie du charbon dans la combustion doit avoir lieu par voie électrochimique. L'oxygène doit pour cela être emprunté à quelque électrolyte à bon marché et ne peut pas, actuellement, être tiré directement de l'atmosphère. En d'autres termes, il est nécessaire de dépouiller d'oxygène un électrolyte pour que le carbone puisse se combiner avec lui par voie électrolytique. Si l'oxygène de l'électrolyte n'était que faiblement retenu, c'est-à-dire si l'électrolyte consistait en une combinaison avec l'oxygène tellement instable que l'oxygène puisse s'en séparer à l'aide d'une quantité négligeable d'énergie, et si de plus, la substance ou les substances avec lesquelles l'oxygène était uni d'une façon instable, était capable d'entrer en combinaison avec l'autre plaque du couple voltaïque avec peu d'absorption d'énergie, il serait possible à l'élément voltaïque de travailler avec un dégagement d'énergie qui approcherait de celui qui correspond à la combustion du carbone et de l'oxygène. L'union du carbone et de l'oxygène dans l'élément aurait lieu sans élévation sensible de température, l'électrolyte fournirait son oxygène pour la formation d'acide carbonique, et les produits de l'élément devraient être éliminés chimiquement d'une façon continue pour être remplacés par de l'électrolyte frais. Tout ceci implique l'existence d'un électrolyte réunissant une faible stabilité chimique avec l'aptitude à former des combinaisons convenables aux deux pôles du couple. De plus, l'électrolyte doit être assez abondant pour être bon marché.

Malheureusement, tous les électrolytes abondants sont des combinaisons qui demandent une grande quantité d'énergie pour en séparer l'oxygène; et si, comme cela arrive communément, l'énergie nécessaire pour extraire l'oxygène est plus grande que celle que dégagerait le carbone dans sa combinaison, il est évident que l'élément ainsi constitué ne fonctionnera pas. La quantité d'énergie nécessaire pour la séparation chimique de l'oxygène de tous les électrolytes ordinaires est assez bien connue par les mesures thermochimiques. Un examen de ces données confirme le résultat d'un grand nombre de recherches expérimentales faites pendant le siècle qui vient de s'écouler et conduit à la conclusion qu'il n'y a pas d'électrolyte à bon marché qui convienne pour brûler le charbon dans un couple voltaïque aux températures ordinaires, avec un rendement qui puisse lutter avec la machine à vapeur. En apparence, une découverte faisant époque pourra seule nous aider dans cette direction.

Si maintenant nous considérons l'élément voltaïque à haute température au lieu de celui à la température ordinaire, bien que les prévisions des données termochimiques soient également défavorables, il y a cependant quelque espoir de succès dans cette direction, ne fût-ce que par le fait que la connaissance expérimentale des éléments voltaïques à chaud est beaucoup moins parfaite que celle des éléments à froid; il y a toujours de l'espoir tant qu'on n'aura pas essayé toutes les combinaisons raisonnablement réalisables.

L'électrolyte serait alors un sel fondu au lieu d'une solution et devrait céder de l'oxygène au carbone pour la formation d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique. Le reste des constituants de l'électrolyte devrait être convenablement choisi, et éliminé sur la plaque opposée, sans perte sérieuse d'énergie.



L'élément voltaïque à chaud est compliqué dans une certaine mesure par les phénomènes thermo-électriques qui accompagnent inévitablement les contacts de métaux différents à des températures notablement distantes. Si l'élément est un simple couple thermo-électrique, il doit produire du travail dans le circuit en recevant de la chaleur à haute température à l'un des contacts et rejetant de la chaleur à une température plus basse à l'autre contact, ce qui tombe, par conséquent, sous la loi thermodynamique des limites de température, exactement comme dans le cas d'une machine thermique en dehors de limitations additionnelles imposées par les conditions purement thermoélectriques. En conséquence, non seulement la méthode thermoélectrique qui consisterait à extraire l'énergie du charbon en utilisant sa chaleur de combustion pour faire fonctionner des couples thermo-électriques risque d'être en échec, en concurrence avec la machine à vapeur, par suite de la limite de la chute de température, mais encore toute action voltaïque réelle dans laquelle le charbon est oxydé dans un électrolyte chaud ne peut réussir qu'à l'encontre des actions thermoélectriques qui l'accompagnent et non avec leur aide.

En d'autres termes, il semblerait qu'un couple voltaïque à chaud ne peut rivaliser avec la machine à vapeur qu'en raison de son action voltaïque, et que les actions thermoélectriques telles que celles qui s'y produisent inévitablement ne peuvent être que des causes de perte pour la même raison que dans la machine à vapeur; particulièrement parce que la chute de température, au lieu d'être entre la haute température et le zéro absolu, est actuellement entre la haute température et une température moyenne. Toutefois, si la perspective de la réalisation d'un élément voltaïque chaud n'est pas encourageante, il reste pourtant quelque chance d'y arriver, tandis que pour l'élément voltaïque froid, il semble que l'avenir n'offre presque plus d'espoir.

Si l'énergie du charbon brûlant dans l'oxygène ne peut être libérée électriquement d'une façon directe, comme nous venons de le montrer, il serait possible d'employer son énergie potentielle chimique pour effectuer des modifications purement chimiques dans d'autres combinaisons, et d'employer les produits résultant de ces modifications pour la production finale de l'énergie électrique dans le circuit des éléments voltaïques. De telles modifications d'énergie chimique à chaud ne sont pas assujetties à la loi thermodynamique des températures, bien qu'incidemment beaucoup d'énergie calorifique soit ordinairement perdue par les fours où se produit la substitution. Théoriquement, l'échange d'énergie chimique qui se produit de cette façon entre le charbon et une autre substance ne demande pas nécessairement une grande perte de chaleur et on peut concevoir que les fours dans lesquels l'échange se produit deviennent, par ces perfectionnements successifs, suffisammeut étanches à la chaleur pour ne perdre que peu d'énergie.

Ces procédés indirects pour obtenir l'énergie du charbon sont déjà employés et sont représentés par l'élément voltaïque ordinaire, brûlant du zinc. Le zinc est pris à l'origine sous forme d'oxyde et chauffé dans une cornue avec du charbon; l'énergie nécessaire pour extraire l'oxygène du zinc, ou réduire l'oxyde métallique en métal, est fournie par la combustion du charbon dans l'oxygène; si la cornue pouvait être calorifiquement isolante et si la perte de chaleur pour élever la température de la substance active pouvait être évitée, l'énergie du carbone serait transférée au zinc dans une assez grande proportion. Toutefois, comme en pratique il se produit une perte thermique considérable, le zinc métallique, préparé pour l'élément voltaïque, ne contient qu'une faible fraction (ordinairement moins de 1 0/0) de l'énergie contenue primitivement dans le charbon employé. De plus, la main-d'œuvre, nécessitée par l'opération de l'échange d'énergie entre le charbon et le zinc, augmente la dépense. Le résultat, bien connu du reste, est que la batterie voltaïque employant le zinc ne peut lutter avec la machine à vapeur comme générateur d'énergie.

Cette méthode indirecte pour transférer l'énergie de combustion du carbone à une substance susceptible d'être employée dans une combinaison voltaïque offre probablement plus d'espoir de dépasser le rendement de la machine à vapeur que l'obtention de cette énergie par une méthode voltaïque directe, ne fût-ce que par la raison que le champ d'expérience est beaucoup plus vaste. Si l'on trouvait toutefois une substance ou une combinaison de substances dans lesquelles, avec l'aide du carbone, l'énergie de la combustion dans un élément voltaïque perfectionné pourrait être produite avec un rendement final dépassant celui de la machine à vapeur, il pourrait fort bien arriver que le prix de la main-d'œuvre nécessaire pour la production de la substance active et la conduite du procédé soit prohibitif; de sorte que, à moins que la substance soit très bon marché et que le procédé d'échange d'énergie et l'opération voltaïque subséquente soient très simples, on ne peut prévoir aucune réalisation commerciale.

Il y a donc deux larges voies dans lesquelles on peut chercher l'utilisation de l'énergie du carbone. L'une est de perfectionner la machine thermique, l'autre est de trouver une substance convenable à brûler dans l'élément voltaïque, à froid ou à chaud, en transférant à cette substance l'énergie chimique du charbon dans un appareil aussi étanche que possible à la chaleur.

En ce qui concerne la machine thermique, on peut raisonnablement prévoir dans l'appareil des perfectionnements par lesquels l'énergie thermo-

dynamique convertible peut être mieux conservée, ou le rendement de la machine augmenté, lorsqu'on lui fournit toute l'énergie que ses limites de température permettent de transformer en mouvement mécanique. Mais avec la machine à vapeur moderne, si toutes les pertes étaient entièrement évitées, le rendement ne serait encore que de 20 pour 100, de sorte que la difficulté réelle est dans les limites de température entre lesquelles le corps travaille. Il faudrait disposer d'un plus grand écart de température, une température plus basse du condenseur, et une température initiale plus élevée du corps qui travaille, cette dernière condition étant de beaucoup la plus importante des deux. Dans le cas de la machine à vapeur, ceci signifie une pression plus élevée et les perfectionnements réalisés pendant le siècle passé ont été faits continuellement dans cette direction. Une plus grande différence de température dans une même machine tend toutefois à augmenter les pertes thermiques par conductibilité entre les parties chaudes et les parties froides et ainsi à diminuer le rendement réel. On y a obvié dans une certaine mesure en accouplant à un arbre commun trois ou quatre machines séparées et en détendant la vapeur successivement dans ces machines, ce qui donne la machine compound ou à multiple expansion. Les limites de température et d'élévation de pression paraissent pour l'instant être presque atteintes, en partie, par suite des difficultés croissantes du graissage aux hautes températures.

Dans le moteur à gaz, toutefois, les températures initiales sont beaucoup plus hautes et, pour cette raison, le rendement thermodynamique des moteurs à gaz atteint presque 30 pour 100 ou est beaucoup plus élevé que celui de la machine à vapeur. Tout ce qu'on peut dire de l'avenir des machines thermiques, est que tous les perfectionnements notables dans leur rendement devront résulter d'un écart plus grand entre les températures finale et initiale, que ceci soit effectué dans une seule machine ou dans plusieurs machines associées. Des perfectionnements de moindre importance peuvent naturellement résulter d'une diminution des pertes de chaleur dans la chaudière et la machine, de même que de la réduction du frottement mécanique. Le principe de la turbine à vapeur, s'il était adapté avec succès aux fortes machines, introduirait une grande simplification des organes, une réduction de poids et peut-être quelque diminution des pertes. Mais la turbine à vapeur doit être limitée par l'écart de température, de la même façon que la machine alternative ordinaire.

En dehors de la solution du problème par les perfectionnements aux machines thermiques ou dar la découverte d'une substance active appropriée à l'élément voltaïque, il y a toujours possibilité de trouver quelque mécanisme nouveau par lequel l'énergie calorifique des atomes de carbone peut être convertie en énergie mécanique. Nous sommes encore si profondément ignorants de la façon dont l'énergie du carbone est accumulée par rapport à celle de l'oxygène, que la découverte du mécanisme caché du principe de cette accumulation peut conduire à l'invention d'un nouveau moyen de la faire se développer. En d'autres termes, il y a dans un morceau de charbon réuni à une certaine quantité d'oxygène, quelque chose qui correspond, soit à un ressort tendu, soit au mouvement d'un gyrostat. Tout ce que nous savons est que, lorsque les deux substances sont amenées en contact suffisamment intime, à l'aide d'une température élevée, ou bien le ressort se détend, ou bien le mouvement gyrostatique est arrêté, avec production d'énergie brute dans les molécules de la substance, ou bien on obtient cette espèce particulière d'oscillation moléculaire rapide que nous supposons être la chaleur. On peut concevoir que si nous avions une idée plus claire de la nature de ces ressorts invisibles, nous pourrions découvrir quelque moyen de les détendre ou d'arrêter les gyrostats, avec producdirecte de quelque sorte de force utilisable.

Le simple fait que par des procédés chimiques nous pouvons transférer au moins une partie de l'énergie du charbon à une substance différente sous la forme chimique, sans la libérer d'abord sous forme de chaleur, devrait encourager l'espoir que nous avons de trouver un moyen de la transférer en quelque autre forme que la forme chimique ou thermique, et jusqu'à ce que nous ayons une connaissance nette du mécanisme en jeu et une conception claire de ses limites nécessaires, cet espoir ne sera pas détruit.

Quand nous considérons que la consommation annuelle du globe, en charbon, est d'environ 500 millions de tonnes, nous voyons l'énorme importance qu'il y a à perfectionner les moyens d'en extraire l'énergie. Peut-être que le problème définitif le plus important qui se pose à la race humaine est la découverte d'une source de force disponible lorsque la houille du globe sera épuisée, dans quelques centaines d'années. Toute perte de cette substance diminue d'autant le délai dans lequel ce problème devra être résolu si l'avenir de la race doit persister.

Dans l'intervalle, toutefois, il y a toute raison de penser que des perfectionnements seront apportés aux machines thermiques et il y a lieu de croire que si leur perfectionnement n'est pas assez rapide, on pourra trouver un moyen plus efficace d'utiliser l'énergie, soit indirectement par un élément voltaïque, soit de quelque façon que nous ne pouvons actuellement concevoir.

Dr A. E. Kennelly.

(Traduit de l'*Electrical World*.)

NOUVEAU MODE D'ATTACHE DES CORDONS

AUX FICHES TÉLÉPHONIQUES

La partie faible des commutateurs téléphoniques est le cordon souple servant à l'établissement des communications par l'intermédiaire des fiches. C'est, de beaucoup, l'organe le plus délicat, le plus fatigué et dont le remplacement fréquent impose des frais de renouvellement et de main-d'œuvre intervenant, pour une part très appréciable, dans le coût total d'entretien du bureau.

L'usure du cordon n'est pas générale; elle est presque toujours localisée à son point d'insertion dans la fiche. C'est, en effet, cette partie qui a le plus à souffrir; elle supporte l'effort du contre-poids tendeur, les chocs qui se produisent quand on lâche brusquement la fiche s'y



Fig. 1.

répercutent directement; enfin une mauvaise manipulation (pression ou traction exercées sur le cordon pour faire entrer la fiche dans le jack ou l'en retirer) y provoque rapidement du jeu.

Si à ce moment on ne met pas immédiatement le cordon hors service pour le réparer, la rupture des conducteurs n'est plus qu'une question de jours, puisque toute la fatigue du cordon se reporte directement sur eux.

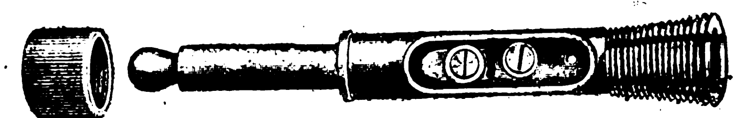


Fig. 2.

Pour éviter autant que possible cette détérioration prématurée, les cordons sont pourvus, à leur extrémité, d'un revêtement en fil fort, lequel est vissé de force dans l'intérieur de la fiche convenablement taraudé.

Toutefois, la pression à laquelle est soumis le cordon dans la fiche est forcément faible, de là le manque de résistance de l'attache.

C'est pour remédier à cet inconvénient capital, que M. Vogel, de Berlin, a combiné

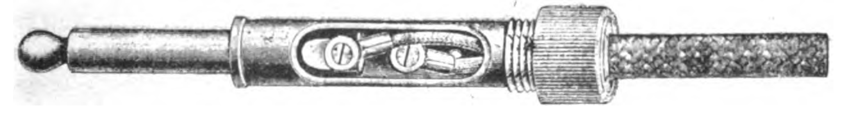


Fig. 3.

le dispositif représenté figures 1, 2 et 3.

Le cordon est encore revêtu à son extrémité d'attache, d'un fort revêtement de fil très solide (fig. 1).

La fiche (fig. 2) se termine, d'autre part, par une partie cylindrique taraudée de 15 mm de long, divisée en quatre secteurs égaux par de forts traits de scie. Ces secteurs sont filetés extérieurement et un écrou peut être vissé sur eux.

Cela posé, voici, comment se fait le montage de la fiche. Le bout du cordon ayant été introduit dans cette dernière et les ferrets d'attache fixés sous les petites vis qui les retiennent, l'écrou est passé par dessus la pointe de la fiche et vissé de force sur les secteurs filetés, jusqu'à ce qu'il affleure à leur extrémité (fig. 3). A ce moment le serrage obtenu est extrêmement énergique et tel, en tous cas, que le jeu ultérieur du cordon est rendu impossible.

E. Piérard.

UN CAMION ÉLECTRIQUE

Nous empruntons à l' « Elektrotechnischer Neuig-Reits-Anzeiger » de Vienne les détails ci-après publiés par MM. U. Schoop sur un

camion électrique de construction récente :

« Nombre de personnes s'imaginent à tort que les accumulateurs peuvent seulement trouver leur emploi sur les véhicules légers, tandis que les lourds camions doivent emprunter exclusivement leur force motrice à la benzine ou au pétrole. Cependant, là où les conditions de la circulation ne sont point par trop défavorables, — c'est-à-dire sur un terrain peu accidenté et pourvu que les arrêts et, conséquemment, les démarrages ne soient point trop nombreux, — l'usage des accumulateurs électriques fournit, même sur les camions, des résultats fort satisfaisants. »

Nous en trouvons la preuve dans les essais auxquels a donné lieu un camion électrique construit par la maison Scheele, de Cologne.

Au cours de ces essais, le poids total à déplacer se décomposait comme il suit :

Voiture complète non chargée (y compris les batteries, pesant 1 150 kg.)	4 205 kg
Poids du chargement utile (composé pour la circonstance de plomb en saumons.)	4 065 kg
Trois personnes	130 kg
Total	8 400 kg

Les deux batteries, chacune de 44 éléments (type W8 de la fabrique d'accumulateurs G. Hagen, de Halk près Cologne), ont pour la décharge en 3 heures une capacité garantie de 108 ampères-heure; on leur fait actionner à volonté, soit parallèlement, soit en série, des moteurs de six chevaux montés en série et pouvant admettre une surcharge.

Voici un extrait du procès-verbal des essais :

Atmosphère calme, route et chaussée sèches. Le véhicule est parti de la fabrique d'accumulateurs de Cologne à 9 h. 25 et il a circulé sans interruption, sauf quatre petits arrêts de 20 minutes au total, jusqu'à épuisement de la batterie. Le coupleur employé prévoit deux allures différentes : à la première on a franchi 1 km en 17,5 minutes et, à la seconde, on a effectué le même parcours en 8 minutes. On a obtenu ces chiffres sur une route sèche et non poudreuse et par un temps absolument calme. Sur un bon pavé, la consommation de courant est en moyenne inférieure de 10 ampères à celle de la marche sur route, et il est permis de croire que, sur un parcours très favorable (macadam ou asphalte), les vitesses réalisables seront sensiblement plus élevées.

	Ampères.	Volts.
Etat de la batterie au repos un peu avant le départ	—	92
9 h. 25. Départ. Au démarrage, allure I.	30	87
Passage à niveau ensablé du chemin de fer	20	88
Allure II.	60	85
Route droite, pavée; allure II.	26	87
Courbe modérée sur la route pavée.	60	85
9 h. 45. Arrêt.	—	89,5
9 h. 55. Départ. Allure I.	35	87
Chaussée de Halk. Allure II.	25	87
Retour sur un sol sablonneux, mou. Allure II.	90	80
Retour sur un sol sablonneux, mou. Allure I.	55	86
Trajet sur les rails du tramway à chevaux.	15	86-87
Chaussée pavée. Allure I.	15	87
Rampe modérée. Allure II.	80	85
Passage à niveau du chemin de fer.	80	77
Parcours sur les rails de la Bolshsferstrasse. Allure II.	40 50	73 70
Midi. Arrivée à la fabrique d'accumulateurs de Cologne (Halk).	40	66

Force électromotrice de la batterie au repos immédiatement après la course d'essai 78 volts; au bout de cinq minutes, la force électromotrice remonte à 87 volts.

Le véhicule a consommé, durant les essais (durée de la marche, déduction faite des arrêts, = 2 heures 15 minutes), environ 40 ampères, ce équivaut à 100 ampères-heure, et cela pendant une durée de décharge de 2 heures 15 minutes. Durant la marche, les deux paliers antérieurs des essieux accusaient une légère élévation de température.

Le poids de la batterie, ainsi que le montrent les chiffres ci-dessus, représentait 27 0/0 du poids total du véhicule vide ou 34 0/0 de la charge maximum de 5000 kg.

Sans doute, les batteries nécessaires pour un un camion doivent avoir un poids élevé; mais, d'autre part, il ne faut pas perdre de vue que, avec un pareil véhicule, le poids de la batterie ne présente pas autant d'inconvénients, il s'en faut, que sur les voitures à voyageurs. Le rendement d'un véhicule que représente le rapport entre la masse utile entraînée et le poids total à mouvoir, sera toujours moins favorable pour



la voiture électrique à voyageurs que pour le camion.

Relativement à l'utilisation de l'espace disponible, l'aspect du camion donne lieu aux remarques suivantes. Les deux moitiés de la batterie sont logées chacune dans une boîte en bois, et ces deux boîtes sont parfaitement accessibles, ce qui rend la surveillance et la manipulation faciles. Des batteries aussi lourdes que celles qui sont nécessaires ne peuvent pas être facilement retirées en arrière ou sur le côté ainsi que le permettent la plupart des dispositifs employés sur les voitures de luxe. Cependant, il faut le reconnaître, le logement des batteries dans l'intérieur d'un camion comporte certains inconvénients qui proviennent surtout de l'impossibilité d'accéder auxdites batteries quand le véhicule est complètement chargé.

Au sujet du rendement que l'on peut obtenir des batteries d'électromobiles, les électriciens ont des opinions très différentes. On estime généralement, et non sans raison, qu'une batterie d'automobile répondra d'autant mieux à son objectif qu'elle se prêtera davantage aux circonstances diverses et que, à une capacité de décharge donnée, elle pourra admettre non seulement de forts courants de décharge, mais encore une recharge convenablement réduite. On comprend en effet, sans peine, qu'il n'est pas indifférent au propriétaire d'un véhicule électrique d'avoir employé cinq ou seulement deux heures pour recharger complètement sa batterie.

Les batteries pourvues de plaques positives genre Planté et d'une grande superficie permettent généralement d'augmenter au-dessus du chiffre normal les intensités des courants de charge et de décharge, beaucoup plus que les batteries à oxydes rapportés. Mais ce n'est là qu'une règle approximative qui perd de sa valeur aussitôt que l'on donne aux plaques à oxydes rapportés une grande superficie, ce que l'on obtient en faisant les plaques aussi minces que possible et en rapprochant ces plaques. Actuellement, en tout cas, on considère comme tout au moins difficile, pour ne pas dire plus, d'obtenir avec les batteries du système Planté les capacités que fournissent (à égalité de poids naturellement) les batteries genre Faure. Il faut noter en outre que l'accumulateur à oxydes rapportés possède la propriété de reprendre sa capacité initiale dans une mesure beaucoup plus sensible que l'accumulateur Planté. C'est qu'en effet dans ce dernier, les phénomènes de diffusion de l'acide accusent un autre caractère; tandis que, avec la plaque à oxydes rapportés et d'une grande superficie, toute la matière active participe à l'action électrolytique.

L'examen du camion, relativement à sa consommation d'énergie électrique, a porté d'abord sur la détermination de la dépense au cours des diverses phases de son fonctionnement. La position de l'allure I exigeait environ 2175 watts et celle de l'allure II à peu près 5000 watts. Mais, naturellement, les deux valeurs ci-dessus sont exposées à des variations sensibles suivant l'état atmosphérique et la nature du terrain à parcourir; en outre, le coût du fonctionnement dépend de toute une série de circonstances (manipulation de la voiture et de la batterie, nature du sol, condition de la marche) dont l'évaluation est compliquée.

Un facteur important, en ce qui concerne les frais ordinaires d'une électromobile, consiste dans les accumulateurs (le *locus minoris resistentiæ*) de tout véhicule électriquement actionné, et cela non seulement en raison des frais d'entretien courant, mais aussi à cause des frais d'achat. Relativement aux frais d'entretien, il faut noter avant tout que les fabriques d'accumulateurs s'abstiennent prudemment, d'ordinaire, de fournir une garantie déterminée; dans la plupart des cas, elles garantissent un certain nombre de charges et de décharges (250 à 300) — ce qui revient à dire que, durant le laps de temps absorbé par les charges et décharges ci-dessus, les réparations auront lieu gratuitement par les soins de la fabrique, s'il appert que les perturbations de fonctionnement proviennent d'une fourniture défectueuse; ce qui revient également à dire que, après exécution de 250 à 300 parcours, les frais primitifs d'achat de la batterie devront être déboursés encore une fois pour le renouvellement des plaques, des caisses, etc.

Si l'on se rappelle les résultats publiés en 1899 par la Commission du concours d'accumulateurs alors réunie à Paris, résultats qui n'ont pu assigner à une batterie qu'une durée d'existence moyenne équivalente à 125 charges et décharges, force est de reconnaître qu'en garantissant une durée de fonctionnement équivalente à 300 charges et décharges, les fabriques d'accumulateurs font une concession importante.

En outre, diverses fabriques, moyennant paiement d'une prime annuelle qui représente 30 à 35 0/0 de la somme primitive d'achat, s'engagent à entretenir les batteries en bon état durant un certain nombre d'années. C'est là, d'ailleurs,

le système adopté depuis longtemps déjà pour les batteries fixes, relativement auxquelles la prime (suivant l'importance de la batterie et l'éloignement du lieu d'installation) représente d'ordinaire de 4 à 6 0/0 du prix d'achat.

Pour en revenir au camion ci-dessus qui a commencé à fonctionner dans les derniers jours de juin 1900, disons qu'il a été construit pour l'établissement de M. A. Gottlieb de Hersfeld, près Cassel. Il a fonctionné, jusqu'ici, de façon satisfaisante.

G.

LES INGÉNIEURS-ÉLECTRICIENS ANGLAIS

ET LEUR CAMPAGNE DU TRANSVAAL

Nos lecteurs savent déjà qu'en 1899, dans les premiers mois de la guerre anglo-transvaalienne, un certain nombre d'ingénieurs-électriciens anglais offrirent spontanément leur concours au War Office qui ne crut pas devoir les refuser. C'est pourquoi, au nombre de quarante-sept hommes et de cinq officiers, sous la direction savante de M. Crompton, transformé à cette occasion en lieutenant-colonel, cette petite troupe d'élite s'occupa de réunir le matériel électrique et mécanique dont elle pouvait prévoir la nécessité et s'embarqua le 16 mars à Southampton sur le *Tage* en destination de Capetown. Leur matériel roulant se composait principalement de deux locomobiles routières de huit tonnes avec cinq wagons de charge et de vingt bicyclettes avec dérouleuse pour établir des communications téléphoniques; quant à l'appareillage électrique, il comprenait 4 projecteurs montés sur chariot avec les avant-trains porteurs des dynamos génératrices, puis un certain nombre de lampes à arc, de lampes à incandescence sans compter une multitude d'outils divers, de pompes, de tubes, de forges portatives et de câbles de toutes sortes.

Déjà entraînés et accoutumés, par suite de leur situation personnelle, non seulement aux travaux de montage électrique, mais encore aux difficultés de la mécanique et des nombreux ouvrages d'art qui en dérivent, il est évident qu'une troupe semblable devait rendre à un corps expéditionnaire des services inappréciables, aussi les ingénieurs volontaires furent-ils fort occupés d'abord à cause de leur faiblesse numérique et ensuite parce qu'on réclama leur intervention dans mille et une circonstances, c'est-à-dire partout où il y avait à effectuer des travaux quelque peu compliqués et délicats.

De retour à Londres, M. Crompton rendit compte à l'Institution des ingénieurs-électriciens de la campagne aventureuse qu'il venait de diriger et c'est de son rapport que nous extrayons les quelques remarques suivantes utiles et instructives à plus d'un point de vue.

Dès leur arrivée à Cape-Town, c'est-à-dire le 4 avril, les ingénieurs-électriciens furent accaparés par le colonel Girouard, directeur du chemin de fer, qui leur ordonna de se tenir prêts à remonter immédiatement vers le nord, c'est-à-dire vers le lieu des opérations. Le 20 avril, après trois jours et quatre nuits de voyage consécutif, ils étaient à Béthulie. Après avoir déchargé leur matériel, ils s'occupèrent d'établir une installation de lumière électrique par lampes à arc afin de rétablir au plus vite, avec l'aide des pionniers militaires, le pont du chemin de fer détruit par les Boers. Pour le travail de nuit, une dynamo montée sur le moteur de l'une des locomobiles alimenta six lampes à arc; on put ainsi terminer rapidement les travaux et économiser au moins douze jours sur le temps total, grâce à la lumière électrique et aux équipes de nuit. Le pont achevé, une colonne volante accompagnée de deux ingénieurs fut envoyée en avant le 2 mai afin de rejoindre le général Hart qui se dirigeait vers le sud de Smithfield et la ligne télégraphique ayant été détruite entre Béthulie et Smithfield, on réussit à maintenir, à l'aide des bicyclettes téléphoniques, les communications avec cette colonne volante, pendant tout le temps qu'elle mit à rejoindre. Le général Hart put de même se relier aussi à lord Roberts par Béthulie à l'aide d'un fil de cuivre du n° 22 qui fut posé sur le sol.

Le 6 mai, le corps des ingénieurs arrivait à Bloemfontein et fut alors divisé en deux sections, dont l'une continua à accompagner le gros des troupes vers la rivière Vet, tandis que l'autre demeurait à Bloemfontein afin d'organiser l'éclairage électrique dans les magasins et les ateliers; une dynamo alimentait 16 lampes à arc et un certain nombre de lampes à incandescence; bien que faite à la hâte, cette installation fonctionna à merveille pendant plus de six mois, de mai à décembre, sans aucun incident ni interruption, avec une seule machine et sans aucun matériel de rechange.

L'autre section fut occupée à la rivière Vet, de mai à juin, aux travaux d'achèvement du pont du chemin de fer qui traverse l'État libre



d'Orange jusqu'à la rivière Vaal; cette section avait emporté avec elle, comme matériel, une locomobile routière avec sa dynamo, 2 wagons de charge, 2 projecteurs et leurs avant-trains, une grue, 2 chariots dérouleurs, des câbles, 16 lampes à arc avec les poteaux, des lampes à à incandescence et l'appareillage accessoire, quatorze postes téléphoniques de campagne, un certain nombre de bobines de conducteur nu et isolé.

Les ponts terminés, la section se dirigea sur Smaldeel où elle fut rejointe par le major Crompton qui avait quitté Cape-Town avec un détachement et qui amenait avec lui un matériel supplémentaire se composant d'une troisième locomobile routière avec sa dynamo et deux wagons de charge contenant des câbles concentriques, des bicyclettes à dérouleuse, etc. Le major Crompton prit alors la direction générale du corps des ingénieurs, la section laissée à Blœmfontein ayant rejoint, en laissant seulement six hommes, préposés à la surveillance de l'installation d'éclairage. Ce fut alors que deux ingénieurs, le capitaine Bain et le lieutenant O'Shaughnessy, furent chargés de la réparation des lignes télégraphiques et ensuite de la surveillance et de l'entretien de toutes les lignes du Transvaal; ne pouvant se faire aider que par sept hommes de leur corps, le Royal Engineer fournit quelques escouades afin de rendre la tâche moins dure.

A la rivière Zand, le travail de pontonniers recommença et, aidés par la lumière électrique de huit lampes à arc, les ingénieurs rétablirent la voie du chemin de fer jusqu'à Rhenoster en dix jours, puis ensuite jusqu'à Taibosch où elle avait été presque entièrement détruite par la dynamite. Au commencement de juin, le corps des volontaires, poussant ainsi toujours en avant, commença à être inquiété par les troupes de de Wet et de Theron qui les harcelaient et menaçaient de détruire à nouveau les lignes reconstruites; ils y réussirent même quelques jours plus tard, car nos ingénieurs apprirent, avec désespoir, que leurs travaux venaient d'être une seconde fois anéantis et il ne s'en fallu même que de quelques heures pour que tout le matériel électrique tombât entre les mains de l'ennemi. Le major Crompton retourna donc vers le sud avec quelques hommes pour essayer de rétablir, par téléphone, les communications coupées; il y réussit, rejoignit sa compagnie et le 11 juin on pénétrait dans le Transvaal. Le 14 juin, les ingénieurs électriciens eurent, pour la première fois, maille à partir avec les Boërs pendant qu'ils travaillaient à la reconstruction de la ligne de chemin de fer aidés de volontaires réguliers et de soldats du génie; ils firent vaillamment leur devoir, supportèrent comme de vieux troupiers le feu très vif de l'ennemi et ne perdirent que six hommes et un officier; l'attaque avait eu lieu la nuit, l'ennemi se retira au lever du jour et la colonne continua sa marche sur Prétoria où ils étaient demandés; ils y arrivèrent le 26 juin. Les travaux n'y manquaient pas et dès leur arrivée, ils durent réorganiser tous les services électriques : téléphones, éclairage, signaux et projecteurs. Les appareils et les machines existaient mais avaient été détériorés à dessein par les Boërs et il fallut procéder au plus vite à leur réparation. Les projecteurs, entre autres, étaient hors d'usage et furent remplacés par des groupes de lampes à incandescence dont on dirigeait tant bien que mal les rayons sur les points menacés. Dans les forts, les ingénieurs formèrent des élèves et apprirent aux soldats de la garnison à se servir des divers appareils électriques ainsi qu'à les entretenir en bon état, puis ils organisèrent l'éclairage électrique dans les différents monuments publics de la ville transformés en magasins; certaines canalisations de distribution purent être remises, en service et alimentées de la station centrale; dans d'autres parties, on installa un matériel générateur spécial.

Pendant ce temps, sur la demande du gouverneur militaire de Johannesburg, dont le district possédait tout un réseau fort complet d'éclairage électrique, un ingénieur fut détaché de la Compagnie afin de remettre la station et le réseau de distribution en fonctionnement.

Puis voici les ingénieurs-électriciens faisant fonction d'artilleurs de campagne et prêtant leur concours et leurs appareils de levage aux batteries de canon à tir rapide que l'on voulait installer sur les hauteurs qui entourent Prétoria; ce furent là leurs travaux du mois de juillet.

Après bien des vicissitudes, grâce aux locomobiles routières, à l'expérience surtout des ingénieurs, les pièces purent être mises en batterie sur des collines à pentes raides élevées souvent de 3 à 400 m. En août, un capitaine ingénieur fut envoyé à Brugspruit avec tout le matériel des projecteurs électriques afin de déjouer les nombreuses attaques qui s'y produisaient; entraînée par un moteur à vapeur qui servait ordinairement aux mines de charbon, la dynamo fit son office et l'installation terminée, le

capitaine rallia son corps, après avoir laissé pendant quelques semaines son détachement sous les ordres de l'officier régulier qui y commandait. Il est hors de doute que là encore, la lumière électrique protégea de son faisceau lumineux la ligne de chemin de fer de Prétoria et de Delagoa-Bay, et put ainsi réduire de beaucoup le danger des attaques nocturnes.

Le 4 septembre, une petite station génératrice avec seize lampes à arc fut établie à Machadodorp pour éclairer les différents hangars de chargement et la station où arrivaient les approvisionnements. A Prétoria, pendant ce temps, les bicyclistes téléphonistes se rendaient utiles et pour ainsi dire indispensables, en reliant rapidement entre eux les forts et les bâtiments très éloignés les uns des autres.

Enfin, tout semble réorganisé, la tâche des ingénieurs-électriciens paraît achevée, ils ont réparé le matériel électrique, rétabli des communications télégraphiques et téléphoniques, installé des réseaux d'éclairage; ils ont formé des élèves et n'ont plus qu'à partir. Jusqu'au dernier moment on les occupe encore à des travaux divers et ce n'est que le 17 novembre qu'ils s'embarquent pour l'Angleterre où ils reçoivent l'accueil enthousiaste que l'on sait. Certes, leur œuvre a été réelle, extraordinairement utile et la présence d'un corps analogue dans une expédition est des plus précieuses, mais cette présence ne semble-t-elle pas nécessaire jusqu'à la fin complète des opérations? Qu'advient-il actuellement de tous ces travaux, de toutes ces organisations? Il est à craindre qu'une grande partie ait été de nouveau anéantie et que de la trace des ingénieurs électriciens anglais, il n'en reste là-bas que le souvenir.

Georges Dary.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 28 février.

Les rayons Rœntgen en temps de guerre. — La semaine dernière, le lieutenant Bruce, qui a été chargé de la direction du service médical par les rayons Rœntgen pendant la guerre du Sud-Afrique, a présenté un travail à la Société Rœntgen sur les expériences réalisées pendant le siège de Ladysmith. Les appareils qui ont servi à ces expériences comprenaient une bobine Apps de 0,25 m avec interrupteur séparé, deux batteries à quatre éléments L. P. S., six à un élément, une dynamo, un appareil de localisation système Kenzie-Davidson, un écran spécial, etc. A cette époque, la distribution de l'électricité étant venue à manquer pendant le siège de Ladysmith, on installa la dynamo dans une meunerie; elle fut entrainée par l'arbre de transmission et fonctionna d'une manière satisfaisante pendant tout le temps. Il parait que l'appareillage du lieutenant Bruce fut employé dans deux cents cas différents, dont la moitié à peu près furent radiographés et les autres examinés simplement à l'écran fluorescent. L'auteur, à la suite de ces essais pratiques, trouve qu'il serait très nécessaire d'avoir une table d'opérations construite spécialement et disposée de telle sorte que l'ampoule puisse être placée en dessous aussi bien qu'en dessus du patient. Il préconise également l'emploi du petit moteur à pétrole pour actionner une dynamo et pense que l'on pourrait ainsi supprimer l'emploi des piles. Il n'est pas favorable à l'adoption d'une dynamo entrainée par un tricycle. La conférence du lieutenant Bruce était accompagnée d'intéressantes photographies et radiographies.

***

Les ingénieurs électriciens en Angleterre. — Le docteur J. Nicolson vient d'en parler longuement à la section de Manchester de l'Institution des ingénieurs électriciens dans la séance de cette semaine. Il montre que la relation qui existe entre les développements théoriques et pratiques dans une branche doit principalement régir les modes d'enseignement et les méthodes suivies dans l'instruction des jeunes ingénieurs. Les progrès réalisés depuis une quinzaine d'années dans l'industrie et la science électrique nécessitent un entrainement tout spécial et une éducation très suivie si l'on ne veut pas que les ingénieurs diminuent de valeur. Il s'agit donc de savoir si, en province, les écoles et collèges, d'où sortent les ingénieurs et les mécaniciens, donnent une bonne éducation technique ou bien s'ils se bornent à inculquer des principes théoriques pouvant et devant servir à plusieurs branches en général. La réponse à cette question réside, d'après l'auteur, dans l'adoption générale d'un laboratoire adjoint d'une manière convenable à toutes les premières classes des écoles scientifiques; bien entendu, cela ne pourrait dispenser en quoi que ce soit les étudiants de recevoir l'enseignement théorique et mécanique correspondant. Le professeur Nicolson développe ensuite ses idées quant à la meilleure éducation à donner à un jeune homme qui veut se lancer dans la science pratique de l'électricité. D'abord il devra passer deux années dans des usines sous les ordres d'un ingénieur mécanicien, et pendant ce temps il étudiera en outre les mathématiques, la physique et la chimie; ensuite, il ira une année dans des ateliers de construction de dynamos et entrera dans un collège spécial d'ingénieurs pour une autre période de trois ans. Cette période sera employée de diverses manières : il se mettra au courant des diverses théories électriques et magnétiques, de l'art de la construction, etc. Dans des remarques qui terminent sa conférence, l'auteur exprime l'ardent désir qu'il a de voir prendre des dispositions pour que

les jeunes gens employés dans des ateliers de construction puissent aller, pendant des périodes de un mois par exemple, travailler au laboratoire de leurs écoles ou collèges, et là ils pourraient dépenser le trop-plein de leurs énergies intellectuelles et poursuivre des recherches industrielles pour le plus grand bénéfice des maisons qui les emploient. Une discussion suit la lecture de ce travail.

***

Télégraphie sans conducteurs. — Le docteur A. Fleming vient de présenter à la Chambre de commerce de Liverpool un travail sur le système de la télégraphie sans fil Marconi. Il décrit tout ce qui a été fait depuis ces dernières années à ce sujet entre les bateaux-phares et la côte, et il annonce que Marconi vient de réussir à établir des communications sans conducteurs entre deux points de la côte sud distants de 200 milles l'un de l'autre. Des messages ont été transmis et reçus dans les deux sens.

***

L'Institution anglaise des ingénieurs électriciens. — Des dispositions viennent d'être prises pour la visite d'un groupe d'ingénieurs électriciens anglais à Berlin du 21 au 27 juin prochain. L'Allgemeine Elektricitæts Gesellschafft, et MM. Siemens et Halske se proposent de les recevoir.

***

Les tramways de Londres. — Le Conseil du comté de Londres a, cette semaine, pris une importante décision relativement au projet des tramways électriques. M. J. Rider, l'ingénieur électricien municipal bien connu a été nommé, ingénieur de la traction près du Conseil avec appointements de 1000 livres par an; il sera responsable du fonctionnement et du service du réseau des tramways et se chargera également de tous les projets d'extension décidés par le Conseil.

Le système à caniveau spécialement combiné par le professeur Kennedy a été examiné à Camberwell le 14 février dernier. Les rails à emboitement pèsent 46 kg le mètre courant et le rail à coulisse du centre de la voie pèse environ 22,60 kg le mètre. Les conducteurs sont des tiges en T faits d'acier doux pesant 10 kg le mètre et supportés par des isolateurs espacés de 4,50 m les uns des autres. Des couples de fonte disposés par intervalles de de 1,50 m portent le rail central et se relient également aux rails de roulement. Le conduit ou caniveau, fait en béton, mesure 0,60 m de profondeur et 0,70 m de large. Les rails de roulement reposent sur un lit de béton d'une épaisseur de 0,20 m. Les deux conducteurs sont isolés et divisés en sections d'un demi-mille; la tension de la distribution est à 500 volts. Les isolateurs sont portés par des pieds de fonte fixés au ciment. On emploiera des voitures à impériales et à bogies, pouvant contenir de 64 à 70 voyageurs.

La petite section établie à Camberwell par les soins de la Compagnie anglaise Westinghouse a été également examinée. Le Conseil décidera prochainement quel procédé il entend adopter et par conséquent établir sur le réseau projeté.

***

Matériel de condensation. — Nos autorités municipales anglaises sont toujours occupées à envoyer des délégués ici ou là. Le Conseil d'Edimbourg vient récemment d'envoyer plusieurs de ses membres pour visiter un certain nombre de stations d'électricité et examiner le matériel de condensation que l'on y emploie. Le rapport de la commission contient plusieurs passages fort amusants. A presque chaque visite, les délégués ont cru devoir ouvrir leurs parapluies à cause des nuages de vapeur et de l'humidité qui remplissaient les usines; c'est à cela surtout qu'ils ont fait attention. Ils ont par suite recommandé aux autorités d'Edimbourg de ne jamais se servir de tour à condenseur ou à refroissement, mais simplement d'envoyer l'excès de vapeur dans un tuyau de fer rejoignant le haut de la cheminée.

***

La station d'électricité de Fulham. — Une station génératrice d'éclairage électrique munie d'un incinérateur de gadoues vient d'être installée à Fulham par le Conseil municipal. La capacité du matériel permet d'alimenter 30 000 lampes de 8 bougies et cette entreprise a coûté 108 000 livres. Il y a douze compartiments à incinération disposés en deux groupes de six de chaque côté de six chaudières Babcok. Les compartiments sont du type Horsfall et peuvent brûler 120 tonnes de gadoues en 24 heures. Les chaudières sont munies de brûleurs automatiques Vicars. Le charbon est pesé mécaniquement et convoyé par des appareils actionnés électriquement. Le matériel générateur comprend trois alternateurs diphasés du type volant accouplés directement à des moteurs à basse vitesse Corliss. Les alternateurs ont été construits par la General Electric C$^{\circ}$ de Manchester et ont un rendement normal de 300 kw chacun. Les moteurs sortent de la maison Murgrave, de Boston et donnent 450 chx au frein avec une pression de 9,8 kg par cm^2. Les bobines de l'inducteur ou leurs enroulements sont fixés sur la périphérie du volant; on compte 64 pôles sur chaque volant, enroulés à l'aide de fils de cuivre rond. Le courant d'excitation est fourni par des dynamos à courant continu entraînées à grande vitesse par des moteurs spéciaux; ces groupes sont également au nombre de trois donnant chacun 600 ampères sous 100 et 110 volts à 460 tours par minute; non seulement ils sont chargés de fournir le courant d'excitation nécessaire aux grands alternateurs, mais aussi ils alimentent plusieurs petits moteurs employés à divers usages dans la station et en outre les lampes qui éclairent les bâtiments. La galerie qui contient le tableau de distribution est à côté de la salle des machimes et mesure 4,55 m de long. Le tableau est du modèle Ferranti divisé en 15 panneaux, six pour les générateurs, six pour les feeders, deux pour les convertisseurs Ferranti et un pour un circuit d'essai; un second tableau dessert les appareils et les groupes à courant continu. Les câbles tant pour l'éclairage public que pour l'éclairage privé ont été fournis par la Compagnie anglaise Insulated Wire; ils sont concentriques, recouverts de plomb et logés dans des conduits Doulton sous les trottoirs et dans des

tuyaux de fonte sous les chaussées. Les feeders parcourus par les courants diphasés à haute tension vont de la station aux sous-stations dans lesquelles la tension est ramenée de 2 800 volts à 200 volts par des transformateurs. Des réseaux de distribution partent de là et vont rayonner dans les rues de chaque côté de ces rues. Les sous-stations, au nombre de cinq, contiennent chacune deux transformateurs de 50 kw, un pour chaque phase. Pour l'éclairage public on compte actuellement 86 lampes de 12 ampères à doubles charbons de 32 heures. Chaque reverbère étant pourvu en outre de 2 lampes à incandescence de 32 bougies pour l'éclairage après minuit; un commutateur automatique Edmund reporte le circuit des lampes à arc sur les lampes à incandescence à une heure déterminée.

Les abonnés seront pourvus d'une distribution à 200 volts et pourront avoir de la force motrice soit par courants alternatifs simples, soit par courants diphasés; ils paieront l'énergie à raison de 0,50 fr. l'unité pour l'éclairage et 0,25 fr. pour la force motrice. Déjà, avant que le service ait été commencé, on avait des demandes pour 16 000 lampes. Cette installation a été dirigée par M. Medhurst, et le matériel électrique a été fourni par la General Electric C°.

BIBLIOGRAPHIE

Aide-mémoire des Arts et métiers pour 1901. Un petit in-8° de 398 pages. (J. Loubat et Cie, édit., 15, boulevard Saint-Martin, Paris). — Prix, franco : 2 fr.

C'est pour la troisième fois que MM. J. Loubat et Cie font paraître leur agenda aide-mémoire des Arts et Métiers. Chaque année, des adjonctions ont été faites, et nous ne voyons guère ce que l'on pourrait ajouter maintenant pour le compléter encore. A chaque page, de nombreux renseignements viennent rafraîchir la mémoire des ingénieurs dans les multiples sections des sciences mathématiques ou physiques. On pourrait même dire que ce livre contient l'essence même, le résumé intégral de toutes les sciences, tableaux de tout genre, formules, calculs effectués sur la résistance des matériaux, l'hydraulique, l'électricité, etc., ainsi que des études succinctes sur les arbres de transmission à un point de vue des plus pratiques. Une table alphabétique des nombreuses matières qui s'y trouvent condensées fait de cet élégant agenda un livre de travail technique et commercial tout à la fois destiné aux ingénieurs et aux industriels. — D.

Siemens et Halske, Construction des tramways électriques. Album de 130 pages avec de nombreuses photogravures. Prix : 10 marcks. (Berlin, librairie Julius Springer.)

Ce magnifique album édité avec grand luxe contient la nomenclature détaillée de 57 lignes ou réseaux de chemins de fer et de tramways électriques établis par la Société Siemens et Halske, de Berlin. De nombreuses reproductions de photographies complètent heureusement cette statistique dans laquelle on trouve tous les détails techniques intéressants relatifs au système de traction, aux rails, à l'établissement de la voie, aux voitures, à la production d'énergie électrique, etc.

Les mêmes renseignements sont donnés pour quatre réseaux de tramways établis d'après les mêmes systèmes par la Société russe Siemens et Halske de Saint-Pétersbourg et pour treize lignes ou réseaux établis par la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort.

Enfin cet album contient des vues photographiques et une statistique des locomotives électriques pour mines et pour chemins de fer ordinaires et d'usines construites et fournies par cette importante Société.

La théorie des ions et l'électrolyse, par Auguste Hollard, chef du laboratoire central de la Compagnie française des métaux. Un volume in-8° de 162 pages avec 12 figures. Prix, cartonné : 5 fr. (Paris, librairie G. Carré et C. Naud.)

L'ouvrage de M. Hollard nous expose l'état actuel de la théorie de l'électrolyse, expliquant les faits acquis et permettant aussi d'en prévoir de nouveaux.

Ce travail vient à point au moment où les applications de l'électrolyse à l'analyse chimique et à la métallurgie prennent un grand développement. A côté des travaux pratiques décrits dans la plupart des ouvrages, il convenait de présenter l'ensemble des travaux théoriques effectués sur l'électrolyse, et M. Hollard, avec sa compétence bien reconnue, a comblé cette lacune de la littérature électrochimique française.

Eléments du calcul et de la mesure des courants alternatifs, par Omer de Bast. Un volume in-8° de 190 pages avec 75 figures. Prix, cart. : 7 fr. 50. (Paris, libr. Ch. Béranger.)

M. de Bast, répétiteur à l'Institut électrotechnique Montefiore et professeur à l'École industrielle de Liège, a été amené, dans le cours qu'il professe, à rédiger des leçons pouvant être facilement comprises par des électriciens n'ayant pas une préparation mathématique suffisante pour aborder la lecture des ouvrages qui traitent l'étude des courants alternatifs par le calcul différentiel et intégral.

L'auteur a eu l'excellente idée de publier ces leçons dans lesquelles il a su concilier la généralité des raisonnements et la rigueur des déductions avec une exposition tout à fait élémentaire.

L'ouvrage est divisé en deux parties :

La première, *Relations entre les grandeurs électriques dans les circuits parcourus par des courants alternatifs*, traite successivement de la représentation graphique des grandeurs alternatives considérées en électrotechnique, de la dépendance de la différence de potentiel et de l'intensité du courant entre deux points d'un circuit lorsque ces grandeurs sont alternatives, de la répartition de l'énergie électrique

dans les circuits parcourus par des courants alternatifs et des combinaisons polyphasées de courants alternatifs.

La seconde partie, ***Mesure des grandeurs électriques dans les circuits à courants alternatifs***, donne les méthodes à employer pour mesurer l'intensité de courant, la quantité d'électricité, la différence de potentiel, la puissance électrique et l'énergie électrique, et se termine par l'exposé des déductions que comportent les indications simultanées des ampèremètres, voltmètres et wattmètres dans les circuits à courants alternatifs.

-oo-

Handbuch der Elektrotechnik (*Traité d'électrotechnique*), publié sous la direction du docteur C. Heinke, par une réunion de professeurs et d'ingénieurs.

Volume IV : *Ein-und Mehrphasen-Wechselstrom-Erzeuger* (génératrices à courant alternatif simple et à courants polyphasés).

Un volume in-4° de xvi-328 pages avec 656 figures. Prix, cartonné : 18 marks. (Leipzig, librairie S. Hirzel.)

Cette importante publication comprendra environ 11 volumes. Elle est dirigée par le docteur C. Heinke, qui s'est entouré de collaborateurs spécialistes bien connus, parmi lesquels nous citerons : le professeur Ebert, de Munich ; l'ingénieur Eisler, de Vienne; l'ingénieur en chef O. Feuerlein, de Charlottenbourg; le directeur R. O. Heinrich, de Berlin; l'ingénieur Jonas, de Cologne; l'ingénieur en chef Jordan, de Brême; le professeur Kollert, de Chemnitz; l'ingénieur en chef Niethammer, de Berlin; l'ingénieur en chef Karl Pichelmayer, de Vienne; l'ingénieur Reithoffer, de Vienne; l'ingénieur F. Ross, de Vienne; le directeur E. Schultz, de Magdebourg; le directeur E. Sieg, de Kalk, près Cologne, et le professeur J. Teichmüller, de Carlsruhe.

A en juger par le quatrième volume, qui est le premier publié de la collection, l'ensemble de l'ouvrage constituera un traité qui sera le plus important et le plus complet de tous ceux qui ont été écrits jusqu'à présent.

Le travail du docteur Niethammer sur les alternateurs est une monographie des plus intéressantes présentant, d'une manière rationnelle, l'ensemble des connaissances actuelles sur ces machines dont l'usage se répand de plus en plus.

L'ouvrage est divisé en neuf parties. La première est naturellement consacrée aux notions générales sur les alternateurs, à leur historique et à l'examen des avantages et des inconvénients que présente leur emploi. L'auteur passe successivement en revue les divers types d'alternateurs qui se sont succédé depuis l'origine, permettant ainsi au lecteur de suivre pas à pas les rapides progrès réalisés dans la construction de ces machines.

Dans la deuxième partie, étude de la force électromotrice et de l'intensité des courants alternatifs, nous trouvons un exposé très complet des multiples questions théoriques que nécessite cette étude.

La charge des alternateurs, qui fait l'objet de la troisième partie, comprend une série d'études très clairement exposées sur toutes les causes qui peuvent affecter le débit d'un alternateur, l'intensité et la tension des courants qu'ils fournissent, etc.

La quatrième partie a trait à l'excitation des alternateurs.

Les pertes et l'échauffement des organes sont traités dans la cinquième partie.

La commande et le couplage des alternateurs font l'objet de la sixième partie.

La construction et le montage des machines génératrices à courant alternatif, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique, sont des points très importants qui sont étudiés très complètement dans les septième et huitième parties.

Enfin, la neuvième et dernière partie est consacrée à la description des types les plus récents d'alternateurs, descriptions qui sont accompagnées de figures schématiques et de croquis donnant les détails de construction.

Cet ouvrage méritait d'être signalé à nos lecteurs, car il constitue un traité très complet et fort bien fait qui, certainement, présente un grand intérêt pour tous les électriciens.

-oo-

Les Phénomènes électriques et leurs applications. *Etude historique, technique et économique des transformations de l'énergie électrique*, par Henri Vivarez.

Un volume in-8° de vi-375 pages avec 254 figures et une carte. Prix cartonné : 15 fr. (Paris, librairie G. Carré et C. Naud.)

Ce livre d'une lecture des plus attrayantes a été écrit pour donner à tous ceux qui veulent acquérir la connaissance des principes généraux de la science de l'électricité, un ensemble de notions essentielles, claires et précises, dégagé de la complication des démonstrations et de la description des appareils.

Aujourd'hui les applications de l'énergie électrique sont innombrables et il est indispensable de connaître, au moins sommairement, l'histoire et les lois de cette nouvelle science si féconde dont nous apprécions à chaque instant les bienfaits.

Le programme que s'est tracé M. Vivarez est bien simple et tient en quelques lignes : Faire un résumé rappelant la marche des idées qui ont créé la science électrique moderne, dégageant leur philosophie, exposant sommairement les théories, les lois avec la terminologie nouvelle qu'elles ont rendue nécessaire, les applications et leurs résultats économiques; ne pas écrire un de ces ouvrages de vulgarisation où le fond est sacrifié à la forme et la précision à l'à-peu-près, mais bien un livre d'initiation, un peu plus à la portée du public que ceux de l'enseignement professionnel, mais donnant une base suffisante pour permettre au lecteur de pousser plus loin son étude si cela devient nécessaire.

Ce programme était difficile à remplir et l'auteur l'a néanmoins consciencieusement réalisé en résumant dans un style clair et attachant l'histoire de l'électricité depuis les origines jusqu'au commencement du vingtième siècle, période qui comprend, comme il le dit si bien dans la conclusion de son livre, vingt siècles d'ignorance, trois cents ans de tâtonnements, trois quarts de siècle de recherches



scientiques et vingt-cinq années d'une étonnante floraison industrielle.

Le livre de M. Vivarez est en tous points très intéressant et s'adresse à toutes les catégories de lecteurs; il est à lire et à conserver pour le relire.

J.-A. MONTPELLIER.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

SÉANCE DU 11 FÉVRIER 1901. — M. Mascart présente une note de M. Alfred Angot *sur la variation diurne de la déclinaison magnétique* (1) et une note de M. E. Mathias intitulée : *Calcul de la formule définitive donnant la loi de la distribution régulière de la composante horizontale du magnétisme terrestre en France au 1er janvier 1896* (2).

M. Mascart présente également une note de M. Emmanuel Legrand *sur un anémomètre électrique à indications à distance.* L'appareil de M. Legrand évite les inconvénients que l'on rencontre dans la transmission à distance des indicateurs d'un anémomètre à système centrifuge; à cet effet, l'arbre du panémone porte un petit anneau Gramme qui tourne entre les épanouissements polaires d'un fort aimant permanent. La force électromotrice produite est proportionnelle à la vitesse de rotation. L'appareil est relié à un voltmètre formé par un galvanomètre Deprez d'Arsonval approprié à cet usage. Le galvanomètre étant fermé sur une faible résistance (celle de l'induit plus celle de la ligne) est amorti, et l'aiguille prend sa position d'équilibre sans oscillations. Pour éliminer l'influence de la température, le circuit est composé de fil de manganin. On gradue l'appareil empiriquement ou par comparaison.

M. Janssen communique l'extrait suivant d'une lettre de M. A. Ricco relative aux *communications téléphoniques au moyen de fils étendus sur la neige* : « J'ai le grand plaisir de vous faire savoir que l'expérience de la communication téléphonique entre l'observatoire de l'Etna et Nicolosi, avec une partie du fil simplement posée sur la neige, a parfaitement réussi. On a étendu le fil sur la neige depuis l'observatoire jusqu'au bord du plateau, nommé Piano del Lago; les transmissions téléphoniques entre l'observatoire et la Cantoniera et de l'observatoire à Nicolosi sont excellentes. Le gardien, qui connait le grand avantage de l'opération qu'il a exécutée, m'écrit au sujet de la réussite avec le plus grand enthousiasme. Quant à moi, j'ai l'honneur de vous présenter mes remerciements les plus vifs pour m'avoir conseillé cette expérience si utile et si intéressante. »

La disposition très simple conseillée à M. Ricco consistait à ôter le fil télégraphique ou téléphonique de ses poteaux, à le descendre et à le placer tout simplement sur la neige dès que celle-ci a atteint une épaisseur de quelques centimètres. D'après les expériences exécutées au Mont Blanc par MM. Lespieau et Cauro, sous la direction de M. Janssen, on a constaté que la neige ou la glace sont des isolants presque parfaits qui permettent des transmissions excellentes (1). On comprend toute l'importance des résultats obtenus à l'égard des lignes placées dans des conditions semblables pour la continuité de leur fonctionnement en hiver.

M. Lippmann présente une note de M. Louis Benoist *sur les lois de transparence de la matière pour les rayons X.* L'auteur arrive à cette conclusion que l'opacité spécifique des corps simples, mesurée dans des conditions bien définies, est une fonction déterminée et croissante de leur poids atomique, affectant la forme d'une proportionnalité directe, pour des rayons X suffisamment pénétrants et suffisamment homogènes (2).

M. Lippmann présente également une note de M. V. Crémieux relative à de *nouvelles recherches sur la convection électrique*, à la suite desquelles il parait bien établi que dans les conditions des expériences de MM. Rowland et Himstedt et de celles de l'auteur, la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique (3).

M. E. Guarini adresse un complément à ses expériences sur la télégraphie sans fil.

SÉANCE DU 18 FÉVRIER 1901. — M. Henri Becquerel communique une note *sur la radio-activité secondaire des métaux* (4).

MM. Alexandre Hébert et Georges Reynaud communiquent une note, présentée par M. Armand Gautier *sur l'absorption spécifique des rayons X par les sels métalliques* (5).

M. d'Arsonval présente une note de M. Aug. Charpentier *sur la transmission nerveuse d'une excitation électrique instantanée* (6).

Une innovation téléphonique en Suède.

Notre confrère, l'*Electro-Techniker*, de Vienne, signale une invention de M. Anton Avén, ingénieur suédois, qui permet d'accélérer considérablement la mise en communication des abonnés téléphoniques entre eux. Avec le système de M. Avén, les appels parviennent au bureau central sur un tableau récepteur spécial dont la surveillante, grâce à un ingénieux appareil, sait à tout moment quelle est l'importance du travail auquel doit faire face chacune de ses collègues. Elle place donc immédiatement le fil de l'abonné appelant sur un tableau inoccupé ou peu surchargé de travail, et l'opératrice de ce dernier, après avoir recueilli le numéro demandé, établit immédiatement la communication. Ce système, déjà appliqué à Stockholm, y donne, assure-t-on, d'excellents résultats. — G.

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 317.
(2) *Ibid.*, p. 320.

(1) Voir l'*Electricien*, 2e série, t. XIX, 1er semestre 1900, p. 26. Janssen, Etude des pertes qu'un câble électrique peut éprouver quand il est placé à nu sur le glacier.
(2) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 324.
(3) *Ibid.*, p. 327.
(4) *Ibid.*, p. 371.
(5) *Ibid.*, p. 408.
(6) *Ibid.*, p. 426.

L'Éditeur-Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES



DISPOSITIF AUTOMATIQUE

D'ALLUMAGE ET D'EXTINCTION

SYSTÈME CLAUDE RAYMOND

Il peut être avantageux dans un grand nombre de cas d'avoir à sa disposition un mécanisme permanent fermant et ouvrant automatiquement un circuit électrique à des heures déterminées d'avance. L'application la plus rationnelle d'un appareil de ce genre consiste évidemment dans l'allumage de lampes et dans leur extinction au bout d'un temps donné. M. C. Raymond, constructeur électricien à Lyon, vient de faire breveter un dispositif qui nous paraît simple et d'un fonctionnement absolument sûr dans le but particulier de fournir automatiquement l'éclairage pendant un certain nombre d'heures à des kiosques lumineux.

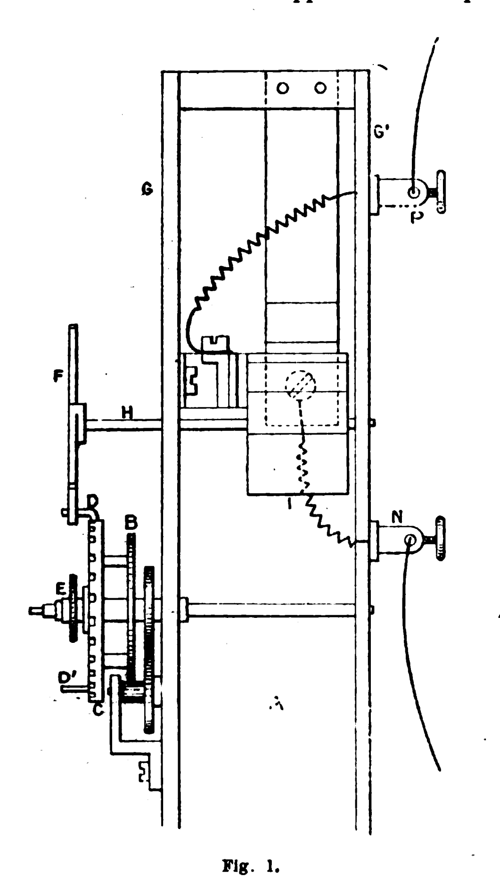


Fig. 1.

En examinant la figure 1 qui représente l'ensemble de l'appareil Raymond, nous voyons qu'il comprend d'abord un mouvement d'horlogerie quelconque A; la minuterie B C est seule indiquée sur cette figure. La roue de canon B, qui commande la petite aiguille, porte une couronne dentée C sur laquelle sont pratiquées un certain nombre d'encoches, 12, 24 ou 48, selon que l'on veut diviser le temps en heures, en demi-heures ou en quarts d'heure. Deux bras, recourbés vers leur extrémité à angle droit D D', tournent librement autour du canon, peuvent à volonté être fixés chacun dans une quelconque des encoches et y être maintenus par le serrage d'un écrou E fileté sur le canon (fig. 2). Lorsque le mouvement d'horlogerie fonctionne, les bras D D' tournent et viennent rencontrer à certains moments déterminés les quatre branches d'une étoile métallique F dont l'axe H traverse les platines G G' du mouvement d'horlogerie.

Entre ces platines, l'axe H de l'étoile porte une deuxième étoile I (fig. 3 et 4) en matière

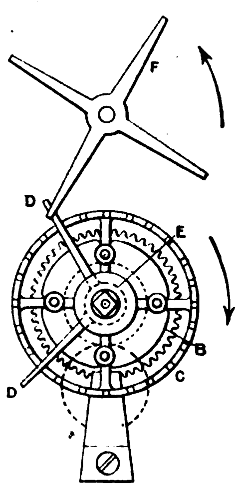


Fig. 2.

isolante, dont l'une des pointes est recouverte dans son épaisseur d'une armature métallique K qui est elle-même prolongée par un rebord de métal relevé d'équerre O s'appuyant sur la surface supérieure de l'étoile I. Un ressort J, terminé par un large contact métallique L, fait fonction de cliquet. Ce contact vient s'engrener dans les pointes de l'étoile et l'empêche, dans son mouvement de rotation, d'opérer le moindre déplacement en arrière. Un deuxième contact métallique M, porté à l'extrémité d'un ressort Q, s'appuie sur la surface de l'étoile; quant aux bornes de prise de courant P et N, elles communiquent, comme on le voit sur la figure 1, la première avec le contact L, la seconde avec le contact M.

Ceci posé, voyons maintenant comment fonctionne cet appareil. Les bras D D' ayant été placés et fixés dans les encoches de la couronne C correspondant aux heures désirées,

supposons qu'à ce moment le contact à cliquet L soit appuyé sur la pointe de l'étoile qui précède celle pourvue de l'armature K. On voit qu'alors aucun courant ne traverse le circuit. Mais l'horloge est en marche; il arrive que le premier bras D rencontre d'abord l'une des branches de l'étoile et la pousse jusqu'à ce que cette étoile vienne se placer dans une position telle que le cliquet L échappant, achève brusquement le mouvement en glissant sur le plan incliné et vient s'appuyer sur l'armature métallique K dans la position indiquée par la figure 3. Le contact M venant toucher en même temps la surface O (fig. 4), le circuit est fermé et le courant passe par la borne P, les contacts L et K, O et M, pour aller à la borne N. Ce circuit reste alors fermé jusqu'à ce que le deuxième

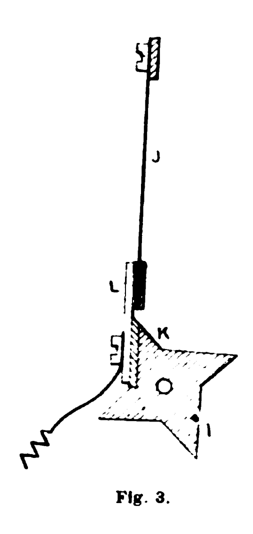


Fig. 3.

bras D' ayant rencontré à son tour l'une des branches de l'étoile I la fasse tourner de nouveau; le contact L échappe encore brusquement, fait achever le mouvement en retombant dans la dent suivante de l'étoile et le courant est interrompu par suite de cette séparation des surfaces de contact.

Dans les cas particuliers qui nous occupent, les kiosques lumineux ne devant être éclairés que le soir, à la tombée de la nuit, le courant ne sera établi qu'une fois seulement par vingt-quatre heures; c'est pourquoi les bras D et D' agiront ensuite sur l'étoile sans fermer le circuit, car trois points consécutifs de l'étoile étant isolés, ils passeront successivement sous les contacts L et M sans produire de fermeture, puis les bras DD' recommenceront de nouveau à fermer, puis à ouvrir le circuit aux mêmes heures déterminées. Il serait facile d'ailleurs de modifier le dispositif et de réaliser l'allumage toutes les 12 heures si cela est nécessaire; il suffirait de munir d'armatures métalliques deux pointes opposées de l'étoile. On pourrait également employer ces deux armatures avec des mouvements d'horlogerie comportant des minuteries de 24 heures.

Toutes les combinaisons sont donc possibles au moyen de légères modifications dans la construction. Bien entendu, ces détails varieront également suivant le système de l'horloge; par exemple, l'étoile isolante pourra être placée en dehors des platines si le mouvement ne laisse disponible aucune place à l'intérieur.

Le dispositif Raymond diffère des précédents en ce que l'ouverture et la fermeture du circuit se produisent rapidement et très brusquement sur de très larges surfaces de contact; il s'ensuit des conditions extrêmement favorables pour la conservation de ces surfaces.

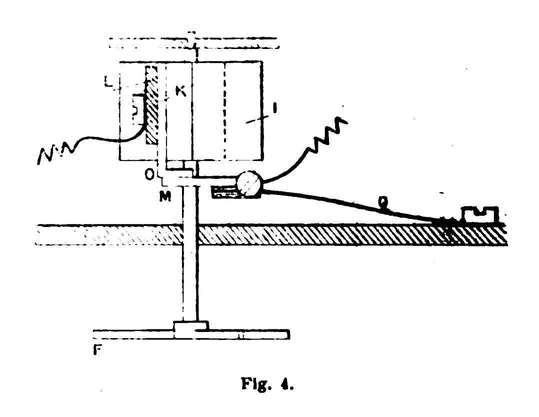


Fig. 4.

La pratique a, d'ailleurs, sanctionné déjà la théorie, car l'appareil de M. Raymond est actuellement employé à Lyon par la Société des Forces motrices du Rhône qui était chargée par la municipalité d'éclairer tous les soirs des colonnes d'affichage pendant plusieurs heures consécutives; la Compagnie Edison, de Saint-Étienne, va également s'en servir pour le même but (1).

Georges DARY.

GALVANOMÈTRE UNIVERSEL SIEMENS ET HALSKE

Cet instrument portatif, que la figure 1 représente dans son ensemble, a été combiné pour permettre de déterminer la tension et l'intensité des courants continus. Il sert aussi à la mesure

(1) Inventeur, M. C. Raymond, rue Sully, 14, à Lyon (Rhône).

des résistances d'isolement, des résistances, à la recherche des défauts dans les installations, etc.

Il se compose d'un socle supportant un plateau en ébonite sur lequel se trouve un galvanomètre.

Ce dernier est du genre Deprez-d'Arsonval, à cadre mobile monté sur pivots. Le fil est enroulé sur un cadre en cuivre rouge afin d'obtenir un amortissement atteignant presque l'apériodicité. Des spiraux en bronze phosphoreux amènent le courant au cadre mobile et servent à développer le couple résistant.

L'aiguille se meut au-dessus d'une glace, ce qui permet d'éviter les erreurs de parallaxe.

Le cadre mobile a une résistance d'un ohm exactement et la graduation en 150 parties égales donne aussi bien des milliampères que des millivolts.

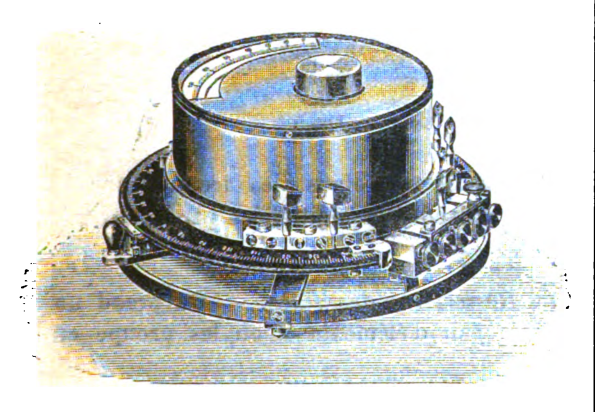


Fig. 1. — Galvanomètre Siemens et Halcke.

L'aimant permanent de ce galvanomètre est préparé de manière à conserver un moment magnétique bien constant.

La figure 2 montre le galvanomètre universel vu par-dessus. Le plateau en ébonite est muni, sur son pourtour, d'une gorge demi-circulaire dans laquelle est tendu un fil bien calibré qui occupe environ 300 degrés de la circonférence du plateau. Les deux extrémités *oo* de ce fil aboutissent à deux butoirs *ll*.

Un bras, mobile autour du centre du plateau d'ébonite, se termine par un curseur *g*, dont le contact en platine appuie sur le fil calibré. Le point de contact est repéré par la position d'un index solidaire du bras mobile, index se déplaçant devant une graduation tracée sur le bord du plateau.

Autour du galvanomètre se trouvent six plots aboutissant à des résistances de 1, 9, 90 et 900 ohms, qui s'intercalent dans le circuit du galvanomètre en enlevant les fiches correspondantes.

Deux autres plots, qu'on peut réunir par la fiche *y*, servent à shunter le galvanomètre et cinq bornes marquées I à V permettent d'effectuer les connexions nécessaires entre l'instrument et les circuits extérieurs.

Les bornes II et V peuvent être mises en communication par une clé T et les bornes III et IV réunies directement par une fiche.

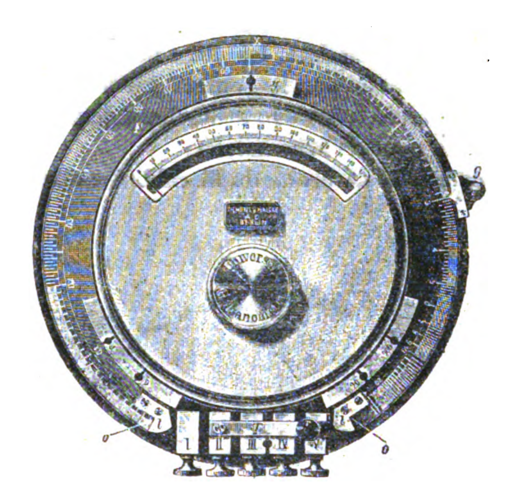


Fig. 2.

Le dessus du galvanomètre des appareils les plus récents est formé d'une glace noire (fig. 3), sur laquelle sont tracés en blanc les divers

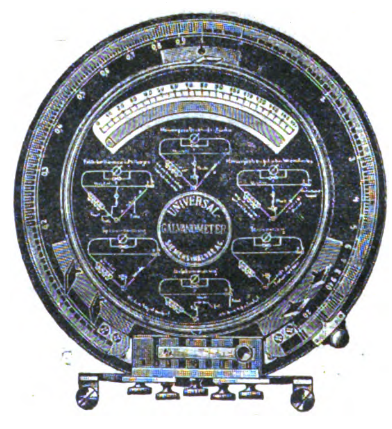


Fig. 3.

schémas de montage correspondant aux différents usages de l'instrument. C'est une idée nouvelle et heureuse.

Des shunts ou des résistances en série accompagnent le galvanomètre universel et peuvent se monter entre les bornes de l'instrument afin d'en étendre les indications.

Pour l'usage, il est inutile d'orienter le galvanomètre suivant le champ terrestre, comme on était obligé de le faire autrefois lorsque ce gal-

vanomètre était du système astatique. Il n'est pas non plus nécessaire de disposer l'ensemble sur vis calantes pour le placer bien horizontalement.

La figure 4 montre les connexions qui relient les divers organes. X est le fil calibré, Dg le bras à contact mobile, T la clé du galvanomètre et y son shunt.

La graduation du plateau F est faite comme il sera indiqué plus loin, les deux portions du fil calibré séparées par le contact g déterminant le rapport des résistances des bras de proportion d'un pont de Wheatstone.

L'extrémité de droite du fil calibré est reliée

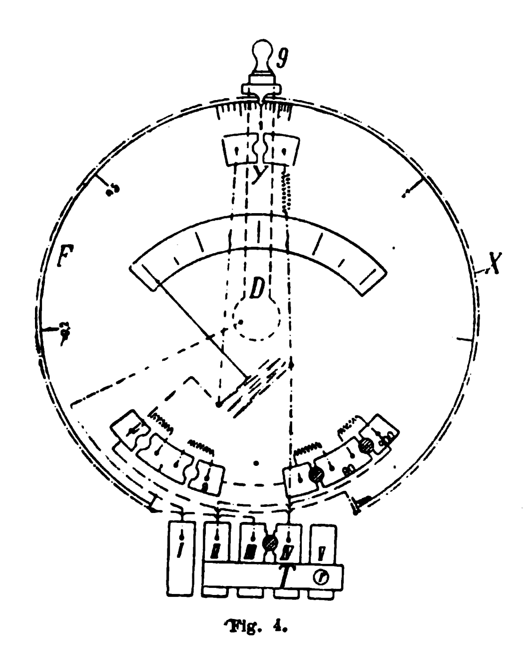


Fig. 4.

au cadre mobile du galvanomètre et son extrémité de gauche aboutit à la borne III.

Sans nous étendre davantage sur la description de cet instrument, nous allons examiner successivement les mesures qu'il permet d'effectuer.

I. *Mesure de la résistance des conducteurs.* — Le schéma à réaliser est celui de la figure 5.

La résistance X à mesurer est reliée aux bornes II et III.

La pile est placée entre I et V et on met une fiche entre III et IV. La fiche y étant enlevée, on enfonce celles qui correspondent aux résistances de comparaison 1, 9, 90, 900 en ayant soin d'en enlever une de manière à intercaler une résistance de l'ordre de grandeur de celle à mesurer.

On déplace le curseur g, jusqu'à ce qu'en appuyant sur la clé T, le galvanomètre reste au zéro.

La résistance X a pour valeur la résistance de comparaison employée, multipliée par le nombre marqué par l'index g.

La graduation du plateau F est telle que l'on obtient ainsi directement le résultat. Suivant que la résistance de comparaison utilisée est

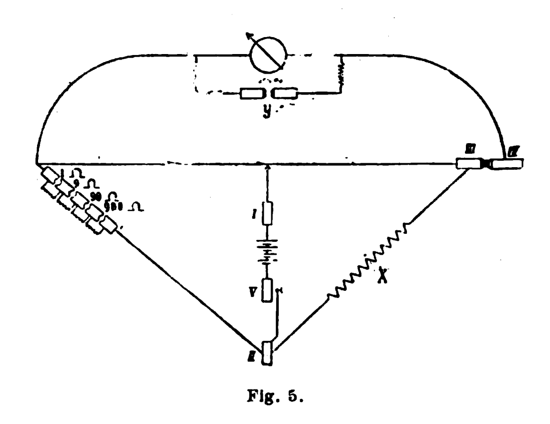


Fig. 5.

1, 9, 90 ou 900 ohms, les lectures sur le plateau doivent être multipliées par 1, 10, 100 ou 1000.

II. *Résistance des piles.* — On prend un nombre pair d'éléments et on les groupe en

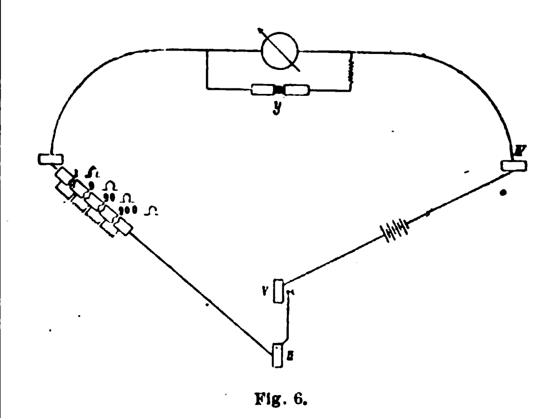


Fig. 6.

série en plaçant une moitié en opposition avec l'autre. L'ensemble est alors intercalé en X comme dans le cas précédent et la mesure s'effectue de la même manière,

On peut en employant la disposition (fig. 5) mesurer avec l'appareil des résistances jusqu'à 30000 ohms.

III. *Mesure des résistances d'isolement.* — On réalise d'abord le montage (fig. 6) en mettant entre IV et V quelques éléments de pile. On enfonce les fiches 1 et y à l'exclusion des autres



et on lit la déviation obtenue au galvanomètre lorsqu'on appuie sur la clé T. C'est la détermination de la *constante*.

Il est à remarquer qu'ici le fil calibré est inutilisé. Pour mesurer l'isolement d'un câble, on opère comme l'indique le schéma (fig. 7). Le nombre d'éléments de pile est ou non un multiple du nombre de ceux employés pour déterminer la constante.

Toutes les résistances 1 à 900 doivent être intercalées. Un des pôles de la pile se met à la terre ou en communication avec l'armature extérieure du câble en essai.

On lit la déviation obtenue en appuyant sur la clé T, en ayant soin de faire durer le contact environ une minute pour éliminer les effets dus à la charge du câble.

Supposons que la constante et la mesure avec le câble aient été déterminées avec la même pile,

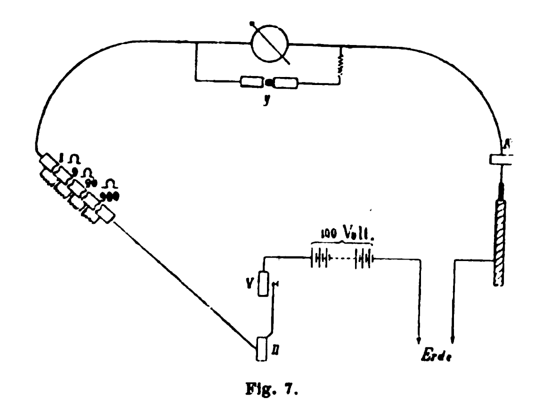


Fig. 7.

soit s la déviation correspondant à la constante et P celle relative au câble.

La résistance d'isolement a pour valeur

$$x = 1000\left(\frac{s}{P} - 1\right)$$

Si la pile employée pour charger le câble a une tension n fois plus grande que celle qui a servi à déterminer la constante, la valeur de x doit être multipliée par n.

IV. *Mesure des tensions*. — On réalise les connexions indiquées par la figure 8.

On enfonce les fiches y et 1, toutes les autres étant enlevées, y compris celle qui peut réunir les bornes III et IV.

La résistance totale comprise entre les bornes II et IV est alors de 1000 ohms et la tension à mesurer, reliée à ces bornes, est exprimée en volts par le galvanomètre dont chaque division correspond à 1 volt. On peut mesurer ainsi toute tension inférieure à 150 volts.

Si on retire les fiches des résistances 9 et 90 en laissant enfoncées celles qui se placent en 1 et 900, on peut mesurer des tensions inférieures à 15 volts et chaque division du galvanomètre correspond alors à 0,1 volt.

De même si on met toutes les fiches sauf celle correspondant à 9, chaque division indique 0,01 volt.

Toutes les fiches 1 à 900 étant enfoncées, on peut apprécier 0,001 volt, le galvanomètre étant seul en circuit.

Pour mesurer des tensions supérieures à 150 volts, il faut avoir recours à des résistances supplémentaires qui s'intercalent dans le circuit du galvanomètre et se mettent en place comme il a été indiqué à propos de la résistance supplémentaire.

V. *Mesure de l'intensité d'un courant*. — Le courant à mesurer traverse un shunt relié

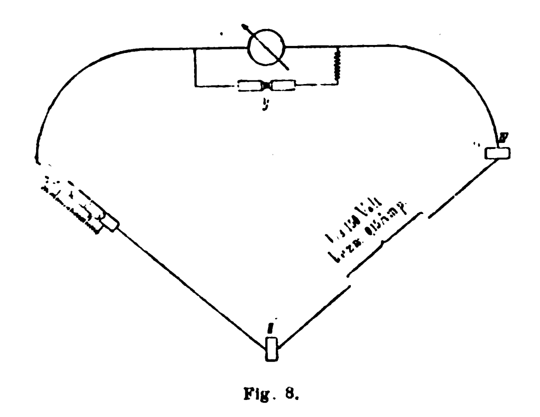


Fig. 8.

aux bornes II et IV (fig. 8). Il suffit de mesurer la chute de tension aux bornes du shunt qui s'intercale dans le circuit extérieur.

Toutes les fiches doivent être enfoncées sauf celle qui relie les bornes III et IV.

On voit en résumé que le galvanomètre universel de la maison Siemens et Halske permet d'effectuer les mesures que l'on peut avoir à faire dans la plupart des cas. C'est un instrument recommandable et les résultats obtenus sont largement suffisants pour des essais industriels (1).

M. Aliamet.

(1) Représentants pour la France : MM. Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris.



LE PROCÉDÉ ÉLECTROLYTIQUE COWPER-COLES

POUR LA FABRICATION DES RÉFLECTEURS PARABOLIQUES

Le procédé Cowper-Coles donne, par une opération purement électrolytique, des réflecteurs paraboliques qui ne nécessitent ni rectification ni polissage. Lorsqu'on est en possession d'un moule exact, on peut reproduire un nombre quelconque de réflecteurs à un prix relativement faible. Le moule est en verre; son côté convexe est travaillé exactement et poli, de façon à former une surface parabolique ou autre, suivant les besoins. Comme le moule n'a besoin d'être travaillé que sur la face convexe, il est relativement bon marché en comparaison d'un miroir en verre, qui demande à être travaillé sur les deux faces.

Ces moules en verre sont obtenus comme suit : on commence par faire un moule convexe en fonte, d'après la courbe approximative du miroir. On en prend une empreinte (concave) en matière réfractaire. Sur cette empreinte, on pose une plaque de verre d'environ 19 mm d'épaisseur et le tout est placé dans un four à une température telle que le verre se ramollissant s'affaisse sur l'empreinte sans entrer en fusion. Le moule de verre brut ainsi préparé est alors rodé et poli sur le côté convexe seulement. On fait tourner le moule lentement et la première opération se fait à l'aide de meules d'émeri à avance automatique, la courbure désirée étant suivie à l'aide d'un calibre. Le verre est alors poli au rouge. Ce travail est d'ailleurs assez long, deux ou trois mois étant nécessaires pour achever un moule de grandes dimensions.

Il s'agit ensuite de nettoyer ce moule et d'en recouvrir la surface convexe par de l'argent métallique déposé par voie chimique sur le verre, puis poli pour assurer l'adhérence avec la couche de cuivre subséquente. Le verre est alors placé dans un cadre approprié, puis plongé horizontalement dans un bain électrolytique de sulfate de cuivre, où il est mis en rotation à raison de 15 tours par minute. Le cuivre adhère solidement à l'argent et, lorsque le réflecteur est ainsi terminé, on le sépare du moule en plongeant le tout dans l'eau froide ou tiède, qu'on chauffe graduellement jusqu'à 50°, température à laquelle le réflecteur métallique quitte le verre, en raison de la différence de dilatation. La surface concave du réflecteur est une reproduction exacte de celle du moule. Elle a le même poli et ne demande pour être employée aucun autre traitement que d'être recouverte d'une couche d'un métal moins attaquable que l'argent. C'est le palladium qui a paru répondre le mieux à ce but : on peut en déposer rapidement une couche brillante sous une épaisseur quelconque. Ce métal résiste extraordinairement aux agents atmosphériques et à la chaleur de l'arc. Il est blanc d'argent et suffisamment ductile pour se laminer en feuilles. Sa densité est 11,4, soit environ la moitié de celle du platine; son prix actuel est environ le double de celui du platine; mais comme il en faut un poids moitié moindre, on peut couvrir la même surface au même prix.

Il est essentiel pour la réussite de l'opération que le moule de verre soit propre et exempt de matières grasses avant l'argenture. D'autre part, on a trouvé que si le nettoyage a lieu exclusivement par un procédé chimique, l'argent a tendance à adhérer trop fortement au verre, de sorte qu'on risque de casser ce dernier au démoulage. On a tourné cette difficulté en nettoyant le moule avec une pâte de peroxyde de fer, par exemple, puis en le lavant avec une solution d'ammoniaque à 50 0/0. Il est nécessaire de répéter ce nettoyage avant le dépôt de chaque miroir. On applique ensuite de la façon suivante l'argent métallique par le procédé habituellement employé pour l'argenture des miroirs de télescope. On prépare deux solutions, dont l'une contient le sel d'argent et l'autre la préparation sucrée. On ajoute de l'ammoniaque à une solution de nitrate d'argent, jusqu'à ce que le précipité qui se forme soit redissous; on reprécipite par la soude caustique, puis on dissout de nouveau dans l'ammoniaque. On ajoute alors une solution de glucose. On a obtenu d'excellents résultats avec une solution faite de parties égales des deux :

Nitrate d'argent. . .	0,55 0/0
Potasse caustique . .	0,25 0/0

Le moule à recouvrir est immédiatement plongé dans cette solution, la face en dessous. En 4 ou 5 minutes, l'argent commence à se déposer, la solution passant du rose au brun foncé et au noir: la pellicule s'épaissit rapidement, et en 30 à 35 minutes, on obtient une bonne couche.

Le Dr Common a trouvé qu'un bon dépôt d'argent doit avoir une épaisseur d'environ 0,0009 mm. On a constaté que la couche d'argent est plus épaisse, plus claire et plus uniforme si le moule de verre est trempé dans une solution de protochlorure d'étain, puis lavé, avant d'être plongé dans la solution d'argent. Après avoir bien lavé la couche, on la laisse sécher, puis on la polit jusqu'au brillant avec un morceau d'ouate et du peroxyde de fer fraîchement précipité par l'ammoniaque d'une solution de sulfate ferreux. Le prix de l'argenture varie de 20 à 40 centimes par pouce de diamètre.

L'appareil qui sert à l'argenture se compose d'une barre de bois horizontale, dont les deux extrémités reposent sur des coussinets et au milieu de laquelle se trouve vissée une tige filetée verticale. A la partie supérieure de cette tige se trouve une ventouse qu'un tube de caoutchouc relie à une pompe à vide. On applique la face concave du moule sur cette ventouse, ce qui permet de le polir commodément. On fait faire ensuite un demi-

tour à la barre de bois et le moule, ainsi retourné la face en bas, est plongé dans la solution d'argenture, qui se trouve au-dessous.

Après lavage et polissage, on l'enlève de la ventouse et on l'applique sur un anneau métallique à rebord intérieur qui servira à le plonger dans le bain de cuivre. Cet anneau est suspendu par une série de pièces métalliques à un arbre vertical pouvant tourner sur un palier à billes. A l'anneau métallique se trouvent fixés par de petits boulons une plaque de garde annulaire et un anneau d'arrêt. L'objet de la plaque de garde est d'éviter les arborescences ou nodules au bord du miroir. Celui de l'anneau d'arrêt est de déterminer la dimension exacte du miroir. L'anode est pourvue de tiges en cuivre mobiles dans des supports, de façon qu'on puisse régler sa distance à la cathode. La cuve est pourvue d'une arrivée de liquide à la partie inférieure et d'un trop-plein à la partie supérieure. Un des pôles est relié à une cuve à mercure en communication avec l'arbre vertical; l'autre est relié directement à l'anode par un câble.

Quand on introduit le moule dans le liquide, il faut éviter d'appliquer le courant total : on commence par soulever l'arbre pour y suspendre le moule; on incline alors celui-ci et on abaisse graduellement l'arbre, de façon à amener le bord du moule en contact avec l'électrolyte, ce qui ferme le circuit. Une mince couche de cuivre se dépose au bord et l'arbre est descendu jusqu'à ce qu'il repose sur son coussinet; en même temps on laisse le moule reprendre sa position horizontale. L'opération ne demande que peu de temps, la tension étant maintenue à 6 volts pendant quelques minutes, puis réduite. Il est très important que l'argent soit immédiatement recouvert de cuivre après son immersion dans le bain. A ce moment, la plaque de garde et l'anneau d'arrêt ne sont pas en place, le moule reposant simplement sur l'anneau métallique. On fait alors tourner l'arbre et on continue jusqu'à ce que l'on obtienne un dépôt suffisamment épais pour bien conduire le courant.

La solution contient habituellement :

Sulfate de cuivre. . . .	14
Acide sulfurique. . . .	3
Eau.	83

Le moule est alors sorti du bain; on y applique la plaque de garde et l'anneau d'arrêt. On dépose ensuite une couche d'une épaisseur convenable, que l'on sépare du moule par la chaleur.

On nettoie chimiquement la surface concave de ce dépôt, de préférence avec du cyanure ou de l'hydrate de potassium; puis on le place dans un récipient de même forme en faïence, où il reçoit la couche protectrice de platine ou de palladium. A cet effet, une anode formée de plaques de charbon et ayant approximativement la même forme que le miroir est suspendue au-dessus et peut osciller. Si le miroir doit être platiné, on verse dans le récipient une couche suffisante d'une solution de chlorure double de platine et d'ammonium fraîchement précipité et dissous dans une solution concentrée et bouillante de citrate de sodium neutre. Si la couche doit être du palladium, on emploie une solution de chlorure de palladium ammoniacal. On a soin de faire osciller l'anode pendant l'opération, de façon à égaliser le dépôt, à agiter l'électrolyte et à éviter que des substances étrangères ne séjournent sur la surface polie. Il faut de 0,50 gr à 0,55 gr de palladium par décimètre carré pour former une protection effective. Avant de plonger dans la solution de palladium la surface argentée du miroir, on la lave parfaitement avec une solution faible et chaude de soude caustique.

On vernit habituellement le dos du réflecteur avant de le plonger dans le bain, de façon à éviter toute action locale entre le cuivre et l'argent dans la solution de palladium. Lorsqu'on a déposé assez de palladium sur le réflecteur, on enlève celui-ci du bain, on le plonge dans l'eau bouillante et il est prêt à être fixé dans une monture. La bague qui le retient l'appuie par un bord tranchant, sur un anneau d'amiante retenu dans une rainure.

Des réflecteurs obtenus par ce procédé ont été soumis à divers essais et on a trouvé qu'ils supportaient sans se ternir une très forte chaleur. On a jeté de l'eau salée sur des réflecteurs trop chauds pour être touchés; l'eau s'est évaporée et le sel est resté sous forme d'une couche blanche facile à enlever avec un linge humide. Un réflecteur essayé à Portsmouth a été traversé par un certain nombre de balles, sans que le parallélisme des rayons ait été sensiblement affecté, alors qu'un réflecteur de verre a volé en éclats au premier coup qu'il a reçu. Des miroirs de 1 m. faits par ce procédé, pour la défense des côtes, ont été placés dans un projecteur où une lampe de 175 ampères a fonctionné pendant 6 heures, la température à la partie supérieure du réflecteur étant de 390° C. La face recouverte de palladium est restée brillante, à l'exception de quelques petites taches faciles à enlever avec une peau de chamois.

(D'après *The Electrician*).

LE TÉLÉGRAPHE ROWLAND

(*Suite*) (1).

Réception des signaux.

Au poste d'arrivée, la ligne L aboutit à l'entrée des bobines d'un relais polarisé R', dont la sortie est à la terre.

(1) Voir l'*Electricien* n° 531, 2 mars 1901, page 133.



Ce relais, d'une construction particulière, possède 2 armatures s^1 s^2, indépendantes l'une de l'autre, mais qui oscillent ensemble lorsque le relais est actionné.

Chacune de ces armatures a une fonction bien distincte : la première sert à la réception des signaux et la seconde au maintien du synchronisme entre les frotteurs des deux distributeurs correspondants. Nous allons indiquer successivement, en nous aidant de la figure 6, le fonctionnement de ces organes.

Les deux butoirs de l'armature s^1 communiquent : l'un avec le pôle positif d'une pile locale p^1 et l'autre avec le pôle négatif d'une seconde pile locale p^2. L'armature s^1 elle-même est reliée avec le bras B d'un distributeur de réception D', semblable à celui du poste de transmission, et dont la couronne porte un nombre égal de segments métalliques, mais dont ceux-ci, plus courts, sont un peu séparés les uns des autres par la substance isolante dans laquelle ils sont incrustés.

Ces segments, groupés par séries de 11, — dont une seule, correspondant aux 11 contacts du distributeur de transmission, est représentée sur la figure 6, — sont reliés respectivement à l'entrée des bobines d'autant de relais polarisés R', R², R³..., R'¹, que nous appellerons *relais combinateurs*.

Le circuit des piles locales p' ou p^2 se complète ainsi par les segments du distributeur D', sur lesquels passe successivement le frotteur *f*, tournant en synchronisme avec celui du distributeur D, et par les fils des bobines des relais combinateurs reliés à ces segments, pour faire retour, par un fil commun, aux 2 pôles libres des piles locales.

Sous l'influence des courants alternatifs émis par la génératrice G du poste transmetteur qui, après avoir parcouru la ligne, traversent les bobines

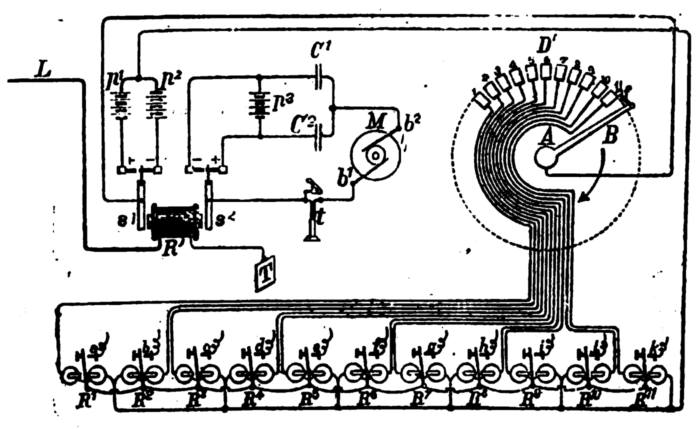


Fig. 6.

du relais R', les armatures s^1 et s^2 oscillent constamment entre leurs butoirs respectifs. Or, le disque D', sur lequel sont fixés les segments métalliques du distributeur, est ajusté sur son axe central, autour duquel il peut recevoir un léger déplacement, de telle sorte que le passage du frotteur *f* sur *chacun* des contacts successifs du distributeur se produise exactement pendant que *chacune* des ondes successives du courant alternatif se manifeste dans le relais R' par la position prise par l'armature s^1 soit contre l'un de ses butoirs, soit contre l'autre.

On voit ainsi que les relais combinateurs R' à R'¹ sont alternativement traversés par des courants de sens inverse, c'est-à-dire que les relais impairs R', R³, R⁵..., R étant traversés par un courant positif, par exemple, les relais pairs R², R⁴, R⁶..., R ⁰, le seront par des courants négatifs.

Pour que ces courants inversés produisent un effet identique sur les armatures de tous ces relais, l'entrée du courant dans le fil des bobines de chacun d'eux a lieu alternativement, soit par une extrémité, soit par l'autre, ce qui produit le même effet que si l'enroulement des bobines était réciproquement de sens inverse. Enfin, ces relais sont réglés pour que leurs armatures conservent la position qui leur a été donnée par le dernier courant qui a traversé les bobines.

Ainsi, lorsque les courants alternatifs parviennent régulièrement au poste de réception, c'est-à-dire lorsqu'aucun signal n'est transmis par l'autre poste, les deux armatures du relais de ligne R' oscillent incessamment entre leurs butoirs, et les armatures des relais combinateurs sont toutes immobiles contre leur butoir de gauche, nommé *butoir de repos*, qui est isolé.

La transmission d'un signal s'effectue, comme nous l'avons dit, par l'interruption du courant alternatif pendant *deux* demi-périodes *non consécutives*. Au moment où la première de ces interruptions se manifeste dans le relais de ligne R', l'armature *s* qui, si l'interruption n'avait pas eu lieu, se serait déplacée pour venir au contact du butoir opposé à celui contre lequel elle se trouve à ce moment, reste, au contraire, immobile contre ce dernier butoir et envoie, par suite, dans le

relais combinateur, relié au contact du distributeur sur lequel le frotteur *f* passe à ce même moment, un courant de sens contraire à celui qu'il aurait dû normalement recevoir pour que son armature restât immobile contre son butoir isolé. Cette armature se déplace donc sous l'action de ce courant contraire et vient se mettre en contact avec son butoir de droite, ou *butoir de travail*, établissant ainsi une communication électrique, dont nous verrons bientôt l'utilisation.

La seconde interruption du courant périodique produit un résultat identique, et l'armature du relais combinateur relié au contact du distributeur, touché par le frotteur *f* au moment où cette seconde interruption se manifeste, se trouve projetée contre son butoir de travail.

Les armatures ainsi mises au contact de leur butoir de travail conservent cette position jusqu'au moment où le frotteur *f* passe de nouveau sur les contacts du distributeur par lesquels elles peuvent être successivement actionnées. Elles sont alors rappelées dans leur position de repos par le courant local qui, normalement, traverse les bobines des relais, ou bien maintenues dans leur position de travail si l'onde qui correspond à chacune d'elles a été de nouveau supprimée.

En résumé, chaque suppression d'une onde, soit positive, soit négative, effectuée au poste de départ pour la transmission d'un signal, a pour effet, au poste d'arrivée, la mise dans la position de travail de l'armature du relais combinateur correspondant. Chaque signal transmis est donc rendu manifeste, à l'arrivée, par la position de travail occupée, pendant un tour complet du bras du distributeur, par deux armatures non successives des relais combinateurs.

Synchronisme.

Le bras B du distributeur de réception D' est entraîné dans son mouvement de rotation par un

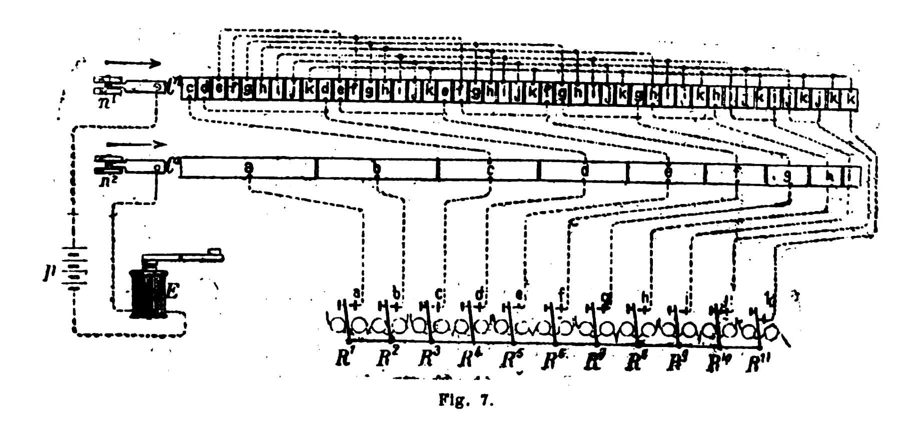


Fig. 7.

petit moteur électrique alimenté par un courant continu emprunté à une source d'électricité quelconque. Sur l'axe de ce moteur à courant continu est rigidement fixé un *dispositif synchronisateur*, formé par une série de bobines tournant dans un champ magnétique. Ce dispositif constitue donc un petit moteur synchrone à courants alternatifs, lequel est alimenté par des pulsations, alternativement positives et négatives, produites dans un circuit local par le fonctionnement de l'armature s^2.

Aux deux butoirs de cette armature sont reliés respectivement les 2 pôles d'une pile locale p^3, qui sont également en communication chacun avec l'une des faces des deux condensateurs C et C^2. L'armature s^2 communique avec le balai b' du moteur à courants alternatifs M, dont l'autre balai b^2 est relié à la fois aux deux autres face des condensateurs C' et C^2.

Par l'examen de la figure 6, qui représente schématiquement cette disposition, il est facile de voir que chaque fois que l'armature s^2 se déplace entre ses butoirs, le condensateur relié au butoir qu'elle vient de quitter se charge, tandis que celui relié au butoir contre lequel elle s'appuie se décharge. Les 2 courants qui résultent de ce double effet sont de même sens, et leur action s'ajoute dans le circuit du moteur M qu'ils traversent.

Le retour de l'armature s^2 dans sa position primitive donne de même naissance à un courant de charge et à un courant de décharge, qui sont tous deux de sens contraire aux premiers.

Ainsi tous les mouvements de l'armature s^2 déterminent des mouvements électriques, soit dans un sens, soit dans l'autre, dans le circuit du moteurs à courants alternatifs M. Comme cette armature vibre continuellement entre ses butoirs sous l'action des courants alternatifs, qui traversent les bobines du relais de ligne R', il en résulte dans le moteur M une succession de pulsations alternativement positives et négatives, qui l'obligent à tourner en concordance de phases avec la génératrice G du poste transmetteur.

Grâce à cette disposition, les suppressions d'ondes résultant de la transmission des signaux ne produisent aucun effort perturbateur sur le fonctionnement du système synchronisateur, puisqu'elles se traduisent simplement par la suppression, dans le circuit du moteur M, des pulsations correspon-

dantes, sans produire de pulsations de sens inverse.

A la vérité, la force développée dans le moteur M par les pulsations qui traversent son circuit est très faible; mais il faut considérer que les bobines de ce moteur sont, de même que le bras B du distributeur D′, normalement entraînées, à la vitesse exacte avec laquelle elles doivent tourner, par le moteur auxiliaire à courant continu sur l'axe duquel elles sont fixées.

Pour obtenir ce résultat, on peut faire varier graduellement, au moyen d'un rhéostat manœuvré à la main, l'intensité du courant continu qui alimente le moteur auxiliaire. On reconnaît que la vitesse convenable est atteinte en se servant d'un téléphone t, qui peut être facilement intercalé sur le circuit du moteur à courants alternatifs M.

Quand la vitesse de ce dernier moteur est telle que ses phases correspondent exactement avec celles de la génératrice G du poste transmetteur, reproduites par les vibrations de l'armature s^2, les pulsations qui traversent le téléphone lui font rendre un son continu d'une hauteur uniforme. Lorsque, au contraire, les phases ne correspondent pas, il se produit dans le son une série de *battements* d'autant plus rapprochés que la différence de vitesse est plus grande.

Le moteur à courants alternatifs M n'a donc, normalement, aucun travail à effectuer. Il n'intervient que pour s'opposer à une altération du synchronisme, soit en ajoutant son action à celle du moteur auxiliaire, si celui-ci a une tendance à laisser ralentir le mouvement de rotation du bras du distributeur D′ qu'il commande. soit. au contraire, en mettant obstacle à une accélération de son mouvement. Son action, réduite ainsi au minimum, est très efficace et, en fait, le synchronisme entre les bras des 2 distributeurs ne laisse rien à désirer et se maintient constamment d'une facon remarquable.

Traduction des signaux.

La traduction du signal complexe, formé par la position de travail occupée par 2 des armatures des 11 relais combinateurs, s'effectue au moyen d'une organe que nous nommerons *combinateur*.

Le combinateur, qui a beaucoup d'analogie avec le distributeur, est formé par trois rangées de blocs métalliques incrustés sur le pourtour d'un disque en substance isolante; chacune de ces rangées ou *couronnes* est parcourue par un frotteur constitué par un petit galet métallique porté par un bras tournant avec la même vitesse que le bras du distributeur.

Pour faire comprendre le principe du combinateur et expliquer son fonctionnement, nous ferons usage de la figure 7, qui représente le développement d'un combinateur théorique réduit à 2 couronnes de blocs métalliques C^1 et C^2 et à 2 frotteurs n et n^2, que nous supposerons parcourir d'un mouvement régulier et simultané la surface des rangées de blocs ou *contacts*.

La figure 7 montre les communications électriques qui relient ces contacts entre eux et avec les butoirs de travail des relais combinateurs. Tous les contacts qui portent la même lettre sont reliés ensemble et au butoir du relais combinateur désigné par cette lettre. Enfin, les armatures des relais combinateurs sont toutes reliées les unes aux autres. (Pour simplifier la figure, les contacts contigus de la rangée C^2, reliés les uns aux autres, ont été figurés par un seul bloc.)

En suivant les communications électriques de la figure 7, on peut voir que le circuit local, comprenant la pile p, l'électro-aimant E et les 2 frotteurs n^1 et n^2 du combinateur, peut être fermé chaque fois que 2 armatures non voisines des relais combinateurs sont au contact de leurs butoirs de travail et au moment même où les frotteurs n et n^2 appuient simultanément sur les blocs reliés à ces butoirs.

Ainsi, le circuit sera fermé au moment du passage du frotteur n^1 sur l'un ou l'autre des 9 premiers blocs de la couronne C^1, lorsque la première armature a aura été déplacée en combinaisons avec l'une ou l'autre des 9 dernières armatures (de c à k). De même, le circuit sera fermé sur l'un ou l'autre des 8 blocs suivants lorsque la deuxième armature b aura été déplacée en combinaison avec l'une ou l'autre des 8 dernières (de d à k), et ainsi de suite.

Il est donc possible, par le déplacement successif deux à deux des armatures des relais combinateurs, de fermer le circuit local et, par suite, d'obtenir le fonctionnement de l'électro-aimant E au moment du passage des frotteurs sur l'une quelconque des 45 divisions du combinateur.

On comprendra facilement qu'il est alors extrêmement simple d'utiliser le fonctionnement de cet électro-aimant pour produire l'impression du signal — lettre, chiffre ou signe de ponctuation — représenté par la combinaison formée par les deux armatures déplacées. Il suffit, pour cela, de monter sur l'arbre même qui entraine les 2 frotteurs du combinateur une *roue des types* qui présente successivement au-dessus d'une bande de papier les différents caractères gravés en relief sur sa périphérie, en même temps que les frotteurs n^1 et n^2 passent sur la combinaison de blocs qui correspond à ces caractères.

L'électro-aimant E sera alors disposé de telle sorte que l'attraction de son armature, au moment où le circuit local est fermé, ait pour effet de projeter le papier contre la roue des types, préalablement encrée et, par suite, d'imprimer le caractère qui se trouve à ce moment précis au-dessus de la bande de papier.

Enfin, le mécanisme d'impression est complété par un dispositif déterminant la progression de la bande de papier chaque fois que l'électro-aimant E aura fonctionné.

(*A suivre.*) G. Robichon.



GRUES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

(*Suite et fin*) (1).

Après avoir détaillé dans le précédent article quelques exemples principaux d'électro-aimants pouvant servir d'appareils de levage, nous examinerons aujourd'hui, à l'aide des chiffres fournis par M. Clarke, les dimensions que doivent présenter les types d'électro-aimants ainsi que certains points spéciaux de leur construction.

L'électro-aimant en fer à cheval modifié, qui affecte extérieurement une forme circulaire et comporte deux noyaux concentriques (fig. 1), présente tout d'abord de sérieux avantages, car son enroulement, absolument protégé, est à l'abri de tout choc et de toute détérioration; mais bien qu'il ait été employé avec succès aux ateliers de Sandzeroft, en Angleterre, pour le levage de plaques de tôles, son usage est soumis dans la pratique à des inconvénients qu'il est bon de noter. Dans les essais, avec les conditions les plus avantageuses, on pourrait presque dire au point de vue théorique, son rendement est excellent; il peut enlever plus de 12 tonnes avec une consommation de 13 ampères sous 250 volts, soit 3250 watts; son poids étant de 600 kg, le rapport du poids soulevé à son poids propre s'élève jusqu'à 10. Mais dans la pratique, il en est tout autrement; ses dimensions sont trop grandes et par suite le rendement réel est assez bas. Puis cette forme circulaire ne convient pas à la manœuvre de pièces longues et flexibles; de plus, il ne peut y avoir aucune ventilation de l'enroulement, la chaleur doit se dissiper à travers la pièce extérieure par simple conduction, puis par radiation dans l'air, aussi doit-il souvent se produire des échauffements anormaux. Ensuite, les pôles étant à petite distance l'un de l'autre, les pertes sont assez élevées. Enfin, la réparation et les raccords des conducteurs seront très difficiles à effectuer, car les ruptures se produiront presque toujours à la surface de l'enveloppe sinon à l'intérieur.

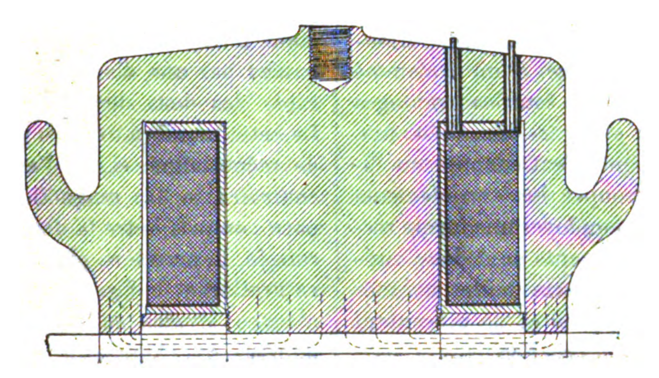


Fig. 1.

Quant aux dimensions que doit présenter cet électro-aimant pour enlever 12 tonnes, elles sont de 0,368 m de hauteur extérieure sur 0,558 m de diamètre; le noyau central aura 0,253 m de diamètre et l'enroulement 0,101 m ce qui réduira à 0,050 l'épaisseur du noyau extérieur.

Les deux projections recourbées extérieures, servent, si besoin est, à prévenir toute chute possible par l'adjonction de deux chaînes ou cordes.

Le tableau comparatif que nous donnons plus loin détaillera les autres points de construction relatifs à l'enroulement.

L'électro-aimant rectangulaire montré fig. 2 est employé par la Cᵉ Steel de l'Illinois depuis quelques années pour la manutention de plaques de tôles et semble mieux remplir son office que le précédent modèle, en ce sens que sa force portante s'applique en deux points distincts et séparés et que, par suite, il oppose une résistance plus grande à l'effort d'arrachement qu'exercent les deux extrémités recourbées de la plaque flexible. Il comporte deux enroulements et les pièces polaires sont séparées de manière à réduire, autant que possible, les pertes de pôle à pôle. Si l'on a pu surmonter ainsi cet inconvénient, il faut ajouter qu'il lui reste encore le désavantage d'une ventilation à peu près nulle et d'une réparation coûteuse. Mais, à côté du précédent, il donne de biens meilleurs résultats dans la pratique et surtout pour l'usage auquel l'emploie la com-

(1) Voir l'*Electricien*, n° 531, 2 mars 1901, p. 131.

pagnie américaine susdite, malgré ses grandes dimensions qui réduisent toujours le rendement final. Ses dimensions sont de 0,785 m × 0,482 m pour la base et 0,304 m de hauteur.

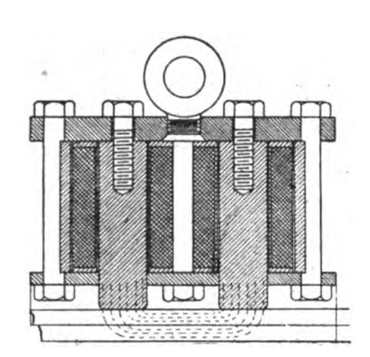


Fig. 2.

M. Clark, qui a essayé à plusieurs reprises tous ces électro-aimants et qui les a étudiés longuement sous différentes conditions de fonctionnement, donne sa préférence à un troisième type qui, d'après lui, résume tous les avantages des premiers sans en avoir les inconvénients. Il part de ce principe qu'il faut adopter une dimension minimum, grouper les enroulements sous un petit volume et employer une forme rectangulaire. Ces électro-aimants sont donc multipolaires, ils comportent douze petites bobines espacées les unes des autres et ne présentant dans leur ensemble, y compris l'enveloppe extérieure, qu'une surface de 0,545 m × 0,392 m avec une hauteur totale de 0,126 m (fig. 3). Le poids est de beaucoup réduit puisqu'il n'est plus que de 136 kg, et avec ce poids réduit on enléve aisément une masse de 4 tonnes; bien qu'il puisse être encore susceptible de perfectionnement, les services qu'il peut rendre sont donc nombreux et très appréciables; c'est ainsi que par suite de ses nombreux pôles il saisira avec une sécurité complète les longues plaques de tôle qui n'étaient soulevées qu'avec peine avec un électrocirculaire de mêmes dimensions. Les douze pôles étant groupés par rangées de six avec alternance de polarité, le flux magnétique passe de l'un à l'autre ce qui réduit la réluctance des circuits à un minimum que l'on n'obtiendrait même pas avec un électro indépendant.

Pour enlever plusieurs plaques de tôle à la fois, il serait préférable de disposer les bobines par 4 rangées de 3; les deux premières rangées étant placées très près l'une de l'autre et séparées par une distance relativement considérable des deux dernières, groupées de même. De cette manière tous les pôles étant, d'un côté, de même signe et, de l'autre côté, de polarité contraire, le flux magnétique doit franchir l'espace compris entre la deuxième et la troisième rangée, la première plaque soulevée est alors à saturation et le flux vient traverser et saisir les plaques situées en dessous. Pour limiter le nombre de plaques à enlever, on en laisse tomber une, etc., il suffit, comme nous le disions

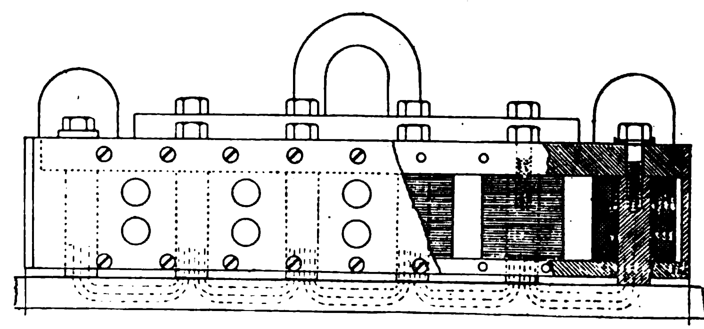


Fig. 3.

précédemment, d'ouvrir et de refermer brusquement l'interrupteur.

La dépense de courant pour un électro-aimant multipolaire du poids de 136 kg est de 4,4 ampères sous 250 volts soit 1100 watts; mais il peut facilement fonctionner avec 4 ampères sous 230 volts, soit 920 watts et enlève 4 tonnes sans la moindre difficulté. En le comparant avec les types précédents on peut se rendre compte des avantages qu'il possède; son poids est réduit des trois quarts, la consommation de courant est d'environ les deux tiers, son prix est moitié moindre et enfin il ne nécessite que de très minimes réparations. Les connexions peuvent être établies de manière à se relier à des bobines extérieures ce qui obvie à toute rupture irrémédiable; des trous pratiqués dans l'enveloppe latérale assurent une ventilation convenable



entre les bobines, trous que l'on peut boucher en cas de service dans un air trop chargé d'humidité bien qu'au moyen d'un bon isolant, aucun court-circuit ne soit à craindre. Sur la face supérieure, est boulonnée une plaque de fonte munie de l'œil de suspension qui se relie aux chaînes de la grue.

En terminant, voici les chiffres comparatifs des trois types d'électro-aimants essayés et étudiés par M. Clarke.

	Electro circulaire.	Electro bipolaire.	Electro multipolaire.
Diamètre du fil des bobines. . .	N° 12 (2,05 mm)	N° 14 (1,62 mm)	N° 17 (1,15 mm)
Tours par bobines	2904	1476	644
Total des tours	2904	2952	7728
Poids total du fil	98,42 kg	79,78 kg	25,82 kg
Résistance totale à 50° C.. . . .	19,25 ohms	40 ohms	56,6 ohms
Ampères sous 250 volts.	13	6,25	4,42
Total des ampères-tours.	37 752	18 450	34158
Nombre de tonnes enlevées . . .	12	6	4
Poids de l'électro.	560,17 kg	544,32 kg	136 kg
Poids enlevé par kg d'électro. . .	19,4 kg	10 kg	26,7 kg
Poids enlevé par watt	3,4 kg	3,6 kg	3,5 kg

Georges Dary.

LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Le chauffage électrique offre sur les autres systèmes des avantages si marqués que les progrès de l'électrotechnique n'ont pas tardé à faire naitre le désir d'utiliser l'énergie électrique même pour le chauffage de nos maisons d'habitation. Nombre de personnes, au début, se sont cependant élevées contre cette application, prétendant que le prix de revient du chauffage électrique serait trop élevé, que tous les efforts en vue de créer un système pratique n'aboutiraient pas à un résultat. Il est pourtant reconnu aujourd'hui que le chauffage électrique se développe de plus en plus parce qu'il est mieux apprécié et que l'on se rend compte de ses qualités et des avantages qu'il présente.

Actuellement, il n'entre pas en concurrence directe avec les autres systèmes de chauffage, mais il les complète heureusement. Le prix de revient d'une certaine quantité de chaleur produite au moyen de l'électricité est actuellement relativement élevé : aussi faut-il espérer que les stations centrales d'électricité comprendront que leur intérêt serait de fournir couramment, aux fins d'un pareil chauffage, l'énergie qui serait nécessaire à un prix inférieur à celui de l'énergie consommée pour l'éclairage. Le courant électrique ne peut être utilement appliqué aux appareils de chauffage, avec les prix actuels, que dans les cas où le prix de revient n'a qu'une importance secondaire par rapport aux avantages obtenus; mais alors, sur ce terrain, il trouve largement l'occasion de suppléer aux autres méthodes de chauffage, en donnant satisfaction à des désirs spéciaux et à des exigences particulières que ces dernières méthodes ne peuvent satisfaire. Par suite, le chauffage électrique a pu trouver un terrain sur lequel il n'a pas à redouter la comparaison avec les autres systèmes, la question du prix de revient étant hors de cause.

En matière de chauffage comme en matière d'éclairage, le prix de revient ne constitue pas le seul facteur dont il faille tenir compte. L'éclairage électrique, en raison de ses avantages incontestables, a tellement augmenté les exigences du public que ce dernier dépense aujourd'hui beaucoup plus que par le passé pour son éclairage. Sans doute, jusqu'à ce jour, en ce qui concerne le chauffage domestique artificiel, nos exigences ont été remarquablement modestes; cependant, l'usage des cheminées ouvertes qui persiste encore aujourd'hui et la faveur avec laquelle le chauffage au gaz a été accueilli, montrent qu'on est souvent disposé à se procurer, en payant plus cher, la commodité et le confort. Là où l'on ne se préoccupe pas de l'importance du prix de revient, avec un système électrique bien installé, on obtient le chauffage le plus commode et le plus rationnel d'un local. La grande souplesse des conducteurs électriques permet d'installer un ou plusieurs foyers en un point quelconque du local à chauffer, d'attribuer à ces foyers une forme quelconque, de les dérober à la vue si on le désire, de les mettre à volonté hors du circuit, de leur donner sans peine un réglage exact.

Ce sont là les avantages qui donnent une valeur importante au chauffage électrique comme complément des autres systèmes usuels. Le foyer

électrique peut prendre la forme d'une plaque horizontale ou une autre forme quelconque, on peut le faire petit ou grand à volonté, et aussi mobile; il peut trouver son emploi aux époques des changements de saison, alors que la chaleur artificielle n'est nécessaire qu'à certaines heures de la journée; il comporte la présence d'autres foyers similaires dans un local où il faut disposer de plusieurs sources de chaleur.

Le chauffage électrique, dans ces derniers temps, a trouvé particulièrement son emploi sur les grands paquebots et c'est là qu'il est appelé à se développer et à se perfectionner plus que partout ailleurs : en effet, la facilité avec laquelle on peut amener les conducteurs aux différentes cabines, la sécurité avec laquelle fonctionne l'ensemble de l'installation, l'absence de tout bruit dans les conducteurs et foyers rendent le chauffage électrique par rapport au chauffage par la vapeur, commode quant à son installation, en même temps que d'un usage agréable. D'autre part, en raison de la perte d'énergie absolument minime qui se produit dans les conducteurs malgré la présence de nombreux petits foyers, le chauffage électrique soutient la comparaison sur les paquebots, au point de vue du prix de revient, avec le chauffage par la vapeur, ce dernier exigeant de nombreuses conduites qui occasionnent des pertes importantes.

Relativement aux dimensions à donner aux foyers électriques, il faut noter qu'un foyer, petit ou grand, peut fournir la même quantité de chaleur, mais que naturellement la température des surfaces de chauffe est en raison inverse de l'étendue de ses surfaces. Pour des motifs d'hygiène, un foyer électrique utilisé de façon permanente ne doit pas dépasser la température de 100° C, car, autrement, la combustion des poussières organiques peut donner la sensation désagréable et bien connue de la sécheresse. En outre, la température prévue doit être distribuée également sur toutes les parties du foyer, ce qui ne peut s'obtenir qu'avec une construction rationnelle.

De grands progrès ont été réalisés, depuis quelques années, dans la construction des appareils électriques de chauffage proprement dits et des appareils de cuisine; le public a pu s'en rendre compte à l'Exposition de 1900.

Aujourd'hui, les questions d'hygiène préoccupent tout le monde; à ce point de vue, la cuisine et le chauffage électriques constituent incontestablement un progrès notable et rien ne s'opposera plus au développement de ces intéressantes applications, lorsque les compagnies d'électricité auront compris qu'elles ont tout intérêt à les favoriser en appliquant des tarifs spéciaux. Ce sera pour ces compagnies le meilleur moyen de prouver que l'énergie électrique se prête beaucoup mieux que le gaz à toutes les exigences du confort et de l'hygiène.

X***.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 5 mars 1901.

L'industrie des barres de cuivre en Angleterre. — Il y a quelque temps, MM. Thomas Balton et fils établissaient, dans leurs usines bien connues en Angleterre, tout un matériel pour travailler le cuivre d'après les procédés américains, et de plus, ils ont récemment entrepris de démontrer aux ingénieurs électriciens anglais la nécessité d'établir une unification dans la fabrication des barres de cuivre étiré pour commutateurs. Leurs listes et catalogues de dimensions, bien que très complets, ne parviennent pas cependant à être suffisants, en présence des demandes différentes qui leur sont adressées; en réalité, pour la moitié des commandes environ, il leur a fallu créer de nouveaux outils et le nombre de ces derniers atteint le chiffre de 3000. Cette maison invite donc les fabricants anglais de dynamos à préparer un type modèle de barres et de tiges avant que cette industrie ne s'accroisse encore. Si quelques types seulement pouvaient être adoptés et suffire, il serait facile de comprendre que le prix de production, et de vente par conséquent, en serait d'autant moins grand, et que les commandes pourraient être livrées plus rapidement.

***

Le trolley aérien et les accidents. — Le récent accident de Liverpool, qui a causé la mort de deux hommes et de deux chevaux par décharge électrique, a ému toutes les autorités locales du Royaume-Uni qui, possédant des lignes à trolley, envisagent la possibilité d'accidents semblables sur leur réseau. Le jury d'enquête de Liverpool a démontré que les fils de la ligne téléphonique ne seraient pas tombés si on les avait soutenus à plus courte distance sur le point dangereux. Les conducteurs aériens des tramways étaient protégés par des gardes de bois, au lieu des fils de garde ordinairement employés, en dépit des anathèmes officiels qui ont été si souvent lancés contre eux.

Dans beaucoup de villes, pendant les dix dernières années, bon nombre de démonstrations ont été faites dans l'intention de rassurer le public, pour faire voir ce qui arriverait si des fils aériens se rompaient et tombaient sur les conducteurs du trolley. On a beaucoup parlé aussi du coupe-circuit automatique de M. Quin, qui est employé sur les lignes a trolley de Blackpool, où M. Quin est ingénieur-électricien.

Dans cette ville, chaque quart de mille est desservi par un feeder sur lequel sont enroulés quatre coupe-circuits à maximum et à minimum. Ces coupe-circuits sont munis d'une bobine shunt et d'une bobine en série disposées en opposition, la première étant traversée par le courant amené de l'extrémité de la section à l'aide du fil pilote, de telle manière que si, par hasard, le fil du trolley venait à se rompre, le courant magnétisant se trouve coupé, le commutateur s'ouvre et le courant de la ligne est interrompu dans cette section. Si un

court-circuit se produit sur la ligne, le courant qui traverse la seconde bobine provoque la neutralisation de la première, ce qui ouvre encore le commutateur. Il faut remarquer que ces dispositifs sont employés depuis plus de deux ans à Blackpool, et n'ont pas manqué de fonctionner régulièrement lorsque l'occasion s'est présentée.

Toutes sortes de propositions ont été mises en avant pour amoindrir les conséquences des accidents analogues à celui de Liverpool. Sur l'avis de l'ingénieur électricien municipal, la Corporation a décidé de munir les postes de police d'un assortiment de gants de caoutchouc et autres accessoires, avec les instructions nécessaires pour parer aux accidents ou réparer les avaries le plus rapidement possible.

***

Canalisations et conduites souterraines. — Depuis ces dernières années, il y a eu de fréquents encombrements dans les rues de Londres, à cause de l'établissement de conduites souterraines pour élonger les câbles de l'éclairage électrique et des lignes téléphoniques. Or ces encombrements deviennent chaque jour plus considérables. C'est pourquoi le sujet a été porté devant une réunion générale de toutes les autorités locales de Londres, et il semble que la majorité a été d'avis que l'établissement de conduites souterraines présentait plus d'inconvénients que ne le prévoyaient d'abord les promoteurs enthousiastes du projet. Aussi ne s'est-on pas lancé dans une exécution radicale et immédiate en recommandant de déterrer tous les tuyaux et câbles et de les élonger de nouveau dans des conduites souterraines. On s'est simplement contenté, pour le moment, de recommander ce travail pour toutes les *nouvelles* rues et de provoquer une action simultanée de toutes les autorités locales pour s'entendre sur la manière d'éviter les encombrements trop nombreux. Les nouvelles rues de la cité et du West-End ne sont pas, à la vérité, très nombreuses, de telle sorte que la décision prise est des plus sages; mais pour établir les conduites souterraines dans toutes les rues, il faudra disposer d'un énorme capital, sans compter les inconvénients qui en résulteront pour le public. Il est à regretter que les compagnies d'éclairage électrique et les autorités des lignes téléphoniques de Londres ne se soient pas entendues de manière à installer à la fois toutes leurs canalisations, car il est assez maladroit de faire des tranchées et de barrer des rues pour un premier travail, puis de recommencer un peu plus tard.

***

L'éclairage électrique en Angleterre. — Une nouvelle station centrale d'électricité a été inaugurée par la municipalité de Lowestoft, sur la côte est d'Angleterre; cette station fonctionne combinée avec un incinérateur de gadoues du type Horsfall. Les chaudières tubulaires, modèle Babcok, sont pourvues d'un économiseur de combustible Green. Les groupes électrogènes comprennent un ensemble de 150 kw et un autre de 75 avec moteurs Murgraves et dynamo de la Compagnie anglaise Thomson-Houston, qui a également fourni les survolteurs; il y a une batterie d'accumulateurs Chloride de 400 ampères-heure de capacité. On va prochainement installer un groupe supplémentaire de 250 kw. L'éclairage public est assuré par 69 lampes à arc Crompton-Pochin; on a commencé l'éclairage public avec 5000 lampes de 8 bougies.

M. C. Wordingham quitte actuellement Manchester, où il était ingénieur électricien de la Corporation depuis plusieurs années; il est remplacé par M. Hertzger, le directeur ingénieur des usines d'électricité de Bath.

Le Conseil de comté de Londres a procédé à l'installation de l'éclairage du quai Victoria et du pont de Westminster; on va inaugurer la station cette semaine.

***

Ondes et radiations électriques. — Un travail sur ce sujet vient d'être présenté devant la Royal Institution par M. Gerald Molloy, qui décrit d'abord succinctement les recherches de Clerk Maxwell, de Hertz, de Branly, etc.; puis l'orateur dit que des radiations lumineuses un petit nombre seulement est visible, si le spectre visible correspond à une octave dans la gamme lumineuse; on a exploré du bleu à l'ultra-violet deux octaves, et l'on en a découvert six autres au-dessous du rouge. La position des rayons Rœntgen, bien qu'elle ne soit pas encore déterminée exactement, est probablement sept ou huit octaves au delà des rayons ultra-violets; quant aux rayons Becquerel, ils en sont moins éloignés; les ondes électriques prennent place au-dessous de l'infra-rouge et peuvent varier en longueur depuis une fraction de pouce jusqu'à 1 mil ou plus. C'est ainsi que l'on a compris que les différentes formes de l'énergie, lumière, chaleur, magnétisme, etc., étaient toutes transmises à travers l'espace par vibrations de l'éther, et pouvaient être considérées comme des notes différentes dans la longue gamme de l'énergie radiante. Il reste, ajoute-t-il, aux savants du vingtième siècle à découvrir encore la nature de ces vibrations éthérées, à combler les lacunes qui existent entre les différentes espèces de ces vibrations, et peut-être à expliquer ce qu'est l'éther, ce mystère des mystères qui comprend en réalité tous ces divers phénomènes.

***

Chute de tension sur longs feeders. — M. Michall Field, qui est l'un des ingénieurs attaché aux tramways de Glasgow, vient de lire un rapport à la section spéciale de l'Institution des ingénieurs électriciens sur « une méthode de mesure de la chute de tension sur longs feeders par voltmètres compensateurs ». Le procédé imaginé par feu le docteur Hopkinson, et dispensant de fils pilotes, est brièvement mentionné, puis l'auteur décrit minutieusement sa méthode, pour laquelle il signale trois principales applications : 1° la mesure de la tension moyenne à chaque point d'un réseau d'alimentation; 2° la mesure de la tension sur un système de distribution à plusieurs fils; 3° la mesure de la tension à l'extrémité d'une ligne alimentée par courants simples ou polyphasés et fonctionnant à très haute tension.

***

La distribution électrique de l'énergie en Angleterre. — L'Institution des ingénieurs électriciens de Londres vient de discuter les projets déposés en 1900 et relatifs à l'énergie électrique. M. W. Madgen commence la série par un long travail préliminaire dans lequel son intention est, comme il le dit lui-même, d'examiner les conditions actuelles de l'industrie électrique, en rapport avec les projets d'installation et de distribution. M. Madgen retrace les principaux caractères de ces projets, savoir :

1° Celui du comté de Durham, qui représente une superficie d'alimentation de 250 milles carrés et comprend la principale portion des mines de charbon de ce comté et les districts manufacturiers de la côte nord-est. La compagnie en question a obtenu les pouvoirs pour l'éclairage d'un certain nombre de villes, l'alimentation des tramways dans d'autres, et une première partie de la station centrale génératrice située sur la Tyne est presque achevée;

2° Le projet du Nord Metropolitan qui compte alimenter 325 milles carrés comprenant les immenses districts suburbains au nord de Londres et les districts manufacturiers qui bordent la rivière Lea;

3° Le projet du Lancashire qui comprend tout le comté au sud du Rible, soit une région de 1 000 milles carrés et englobant un grand nombre de mines, de filatures, d'usines de toutes sortes.

4° L'installation des Galles du Sud qui couvrira une région de 1 650 milles carrés comprenant plusieurs villes importantes, des mines de charbon et aussi des ateliers de construction de navires, etc... M. Madgen explique que le principal but de ces projets est de restreindre le nombre des stations génératrices dans des limites restreintes et d'obtenir une économie de production par le choix des emplacements, l'importance et la puissance des groupes générateurs, de manière que l'énergie électrique puisse être livrée aux abonnés à un prix extrêmement faible. L'auteur a également fait ressortir, par des chiffres comparatifs, la différence du nouveau et de l'ancien système de distribution, c'est-à-dire les petites stations locales et les grandes usines actuelles.

M. Madgen conclut en exprimant l'espoir que l'Institution nommera une commission spéciale afin de voir si elle pourrait faire modifier les restrictions législatives qui pèsent actuellement sur les installations d'énergie électrique.

CHRONIQUE

Comparimètre électrolytique pour lampes à incandescence.

Une Compagnie Américaine la Bryon Marsh C°, de New-York, vient de construire, nous dit l'*American Electrician*, un petit appareil extrêmement ingénieux qui rend compte exactement de la consommation comparative de courant entre deux lampes à incandescence. Cet appareil comporte deux tubes de verre montés côte à cote et séparés par une bande de bois graduée de 0 à 100. Ces deux tubes reposent dans un vase rempli d'eau légèrement acidulée et enfermée dans une boite en bois. Les extrémités ouvertes de ces deux tubes vont presque jusqu'au fond du vase et les extrémités supérieures sont fermées. Sur les côtés de la boite sont assujettis, sur des faces opposées, les deux lampes à comparer; elles sont reliées en parallèle, et les conducteurs respectifs pénètrent dans les tubes; celui de la lampe droite pénètre dans le tube de droite et celui de la lampe de gauche dans le tube de gauche. Les lampes doivent avoir la même intensité lumineuse et le même voltage pour que la comparaison soit efficacement obtenue. On retourne l'appareil sens dessus dessous pour faire pénétrer l'eau dans les tubes, puis le remettant droit, on ferme le circuit. Le passage du courant décompose l'eau, les bulles de gaz s'élèvent et les niveaux baissent; le total des gaz dégagés est proportionnel à la quantité de courant qui traverse les tubes, c'est pourquoi l'eau du tube correspondant à la lampe qui consomme le plus descendra plus bas et plus rapidement que l'autre. On poursuit l'opération jusqu'à ce que le niveau de l'eau dans un des tubes atteigne la graduation 100, alors on ouvre le circuit et l'on note la graduation de l'autre tube. Si par exemple il marque 98, cela montre que la lampe correspondante dépense 98 0/0 du courant consommé par la première. L'un des avantages de ce système, c'est qu'il est indépendant des variations de la force électromotrice pouvant provenir du circuit d'alimentation. — D.

-oo-

Avertisseur automatique pour passages à niveau de chemins de fer.

Sur une section des chemins de fer wurtembergeois fonctionne un avertisseur automatique assez ingénieux pour signaler l'arrivée des trains aux passages à niveau non gardés; il comporte une cloche installée de chaque côté de la ligne traversant une route, avec pancarte éclairée de nuit et prescrivant l'arrêt des voitures quand la cloche sonne. A chaque passage correspond un interrupteur relié au signal et, d'autre part, à trois contacts placés sur la voie, dont deux à 500 m respectivement de part et d'autre du passage. Une batterie d'accumulateurs est naturellement sur le circuit général. L'interrupteur comporte un électro-aimant commandant des leviers et engrenages et quand un train atteint le premier contact d'un groupe, le courant se ferme sur le signal, ce qui actionne les cloches et les lampes. Quand le train passe ensuite sur le troisième contact, il y a rupture et tout revient au repos. (*La Nature*.)

-oo-

Chauffage électrique des voitures de tramways.

La *Berliner Bœrsen-Zeitung* annonce qu'une voiture chauffée électriquement vient d'être mise en service par une entreprise de tramways électriques de Berlin. Ce véhicule, qui circule actuellement sur la ligne Behrenstrasse-Treptow, emprunte le courant nécessaire au circuit aérien. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES



SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES[1]

PERMÉAMÈTRES INDUSTRIELS

On sait que la perméabilité magnétique est le rapport de l'induction spécifique ou flux induit par centimètre carré à l'intensité du champ magnétique qui la produit.

Dans l'air et dans les milieux non magnétiques, le coefficient de perméabilité est égal à l'unité; dans les milieux magnétiques, ce coefficient μ est plus grand que l'unité et peut atteindre 2600 dans le meilleur fer et avec une induction convenable; enfin dans les milieux diamagnétiques, μ est inférieur à l'unité sans jamais toutefois pouvoir devenir nul.

Conditions que doivent remplir les échantillons ou éprouvettes soumis aux essais. — Les essais portent le plus souvent sur des éprouvettes coulées en même temps que les pièces et avec du métal provenant des mêmes creusets. Malgré cette précaution et surtout pour des pièces d'acier coulé de grandes dimensions, il y a lieu de faire remarquer que l'essai des éprouvettes ne peut fournir que des indications générales. Il n'est pas rare, en effet, de trouver des poches d'une certaine capacité dans le cœur de grosses pièces de dynamos coulées en acier. Naturellement, la perméabilité moyenne des parties qui comprennent ces soufflures est plus faible que celle qui a été trouvée lors des essais des éprouvettes et, si le constructeur n'en tient pas compte, il s'expose aux plus graves mécomptes.

Rationnellement, c'est sur les pièces mêmes à travailler que devraient porter les essais, si cette opération ne présentait pas de grandes difficultés. Quoi qu'il en soit, les essais d'éprouvettes ne doivent jamais être négligés car, particulièrement pour les pièces forgées, les indications qu'ils fournissent ont une réelle valeur.

Méthodes de mesure de la perméabilité magnétique. — Les méthodes de mesure de la perméabilité sont les suivantes :

1° Méthode balistique ou des variations de flux; 2° Méthode d'arrachement basée sur la force portante; 3° Méthode basée sur la mesure du champ magnétique; 4° Méthode de comparaison.

La méthode de mesure de la perméabilité, basée sur la mesure des variations de flux, exige l'emploi d'un galvanomètre balistique étalonné, car on obtient la valeur d'un flux magnétique en déterminant la quantité d'électricité passant dans un circuit de résistance connue sous l'action de la force électromotrice développée par la suppression du flux à mesurer ou par son inversion; le flux varie alors de Φ à zéro ou de $+\Phi$ à $-\Phi$.

Soit Φ le flux à mesurer; la quantité d'électricité Q qui passe dans un circuit de résistance R contournant n fois le flux est proportionnelle à la déviation α d'un galvanomètre balistique dont la constante est C et l'on a :

$$Q = \frac{n\Phi}{R} = C\alpha$$

Le mode opératoire exigé par l'emploi de la méthode balistique est assez délicat et l'on ne peut songer à effectuer des mesures industrielles

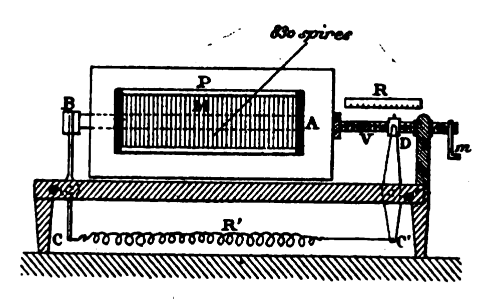


Fig. Perméamètre à arrachement J. Carpentier.

par une méthode qui est plutôt du domaine du laboratoire.

Les trois autres méthodes conviennent tout particulièrement aux essais industriels, car on a réalisé des instruments spéciaux qui permettent d'opérer sans difficulté.

Perméamètre à arrachement Carpentier (1). — Cet instrument est disposé pour effectuer les mesures de perméabilité par la méthode d'arrachement. La force portante F d'un barreau aimanté est exprimée, en dynes, en fonction de l'induction magnétique $\mathcal{B}$ et de la section S du barreau, par la formule :

$$F = \frac{\mathcal{B}^2 S}{8\pi}.$$

ou en grammes par l'expression :

$$F = 4.10^{-5} \frac{\mathcal{B}^2 S}{8\pi}$$

Ce perméamètre donne rapidement des résultats lorsqu'on ne recherche pas une grande précision. Il se compose (fig. 1) d'un cadre en fer P de section notablement plus grande que celle de l'échantillon AB qui affecte la forme

(1) Voir l'*Electricien* n° 532, 9 mars 1901, page 146.

(1) Constructeur : M. J. Carpentier, 20, rue Delambre, Paris.

cylindrique. Ce cadre est analogue, d'ailleurs, à celui de l'appareil d'Hopkinson. En A, l'extrémité de l'échantillon est parfaitement dressée ainsi que la portion du cadre contre laquelle elle s'applique. En B, l'échantillon traverse à frottement doux l'épaisseur du cadre P. Une bobine magnétisante M entoure l'échantillon qui se termine par une pince B.

L'effort de traction nécessaire pour produire l'arrachement s'obtient en tournant la manivelle *m* qui commande la vis V.

Ce mouvement de rotation produit le déplacement d'un écrou D, muni d'un index mobile devant la règle divisée R.

En se déplaçant vers la gauche, l'écrou D tire en B sur l'échantillon par l'intermédiaire des balanciers BC, DC' articulés en *o* et *o'*. La tension du ressort peson R' mesure l'effort.

Pour faire un essai, on excite la bobine avec un courant d'intensité connue et on applique exactement en A l'extrémité de l'échantillon, de manière à avoir une répartition uniforme du flux dans toute la surface du contact A. On tourne lentement la manivelle *m* jusqu'au moment où se produit l'arrachement.

La valeur de $\mathcal{H}$ est donnée par les indications de l'ampèremètre et la connaissance du nombre de spires de la bobine.

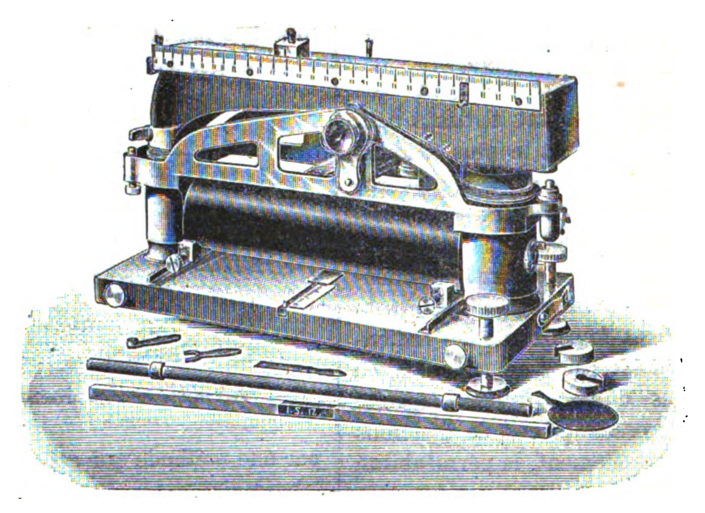


Fig. 2. — Balance magnétique du Bois.

La perméabilité a pour expression :

$$\mu = \sqrt{\frac{8\pi F.981}{\mathcal{H}^2 S}},$$

F étant l'effort d'arrachement mesuré en R et exprimé en grammes et S étant la section en centimètres carrés de l'échantillon.

$\mathcal{H} = 0{,}4\ \pi n i$, *n* étant le nombre de spires par centimètre de la bobine M et *i* étant l'intensité du courant en ampères. Toute la précision dépend du dressage plus ou moins parfait des surfaces en contact A.

Pour une force magnétomotrice $\mathcal{H}$ donnée, l'effort est, en effet, *minimum* quand le flux est uniforme en A et l'on voit que l'on peut trouver pour *F* et, par conséquent, pour μ, des valeurs d'autant plus élevées que le dressage des surfaces est moins parfait et le contact en A moins intime.

Comme c'est le cas qui peut se présenter le plus fréquemment, il faut s'attendre à trouver souvent des perméabilités un peu trop fortes.

Balance magnétique du Bois. — Cet instrument (1), dont les figures 2 et 3 montrent une vue d'ensemble et un croquis théorique est, comme le précédent, disposé pour effectuer des mesures de perméabilité par la méthode d'arrachement.

Il se compose de deux gros blocs en acier C, C', dont les parties supérieures ont même section et sont parfaitement dressées.

L'échantillon AB, entouré d'une bobine magnétisante M, réunit les deux blocs qu'il traverse.

Afin que le contact soit intime entre le barreau et les blocs, le barreau est serré entre deux demi cônes en fer, qu'on visse entre celui-ci et les blocs au moyen d'une clé.

Au-dessus des blocs C, C', se trouve une masse DE en acier coulé, montée sur couteaux I. Le côté E est plus lourd que le côté D, afin d'obtenir l'équilibre de ce système de fléau

(1) Constructeurs : Rousselle et Tournaire, 54, rue de Dunkerque, à Paris, et Siemens et Halske, à Berlin.



malgré la légère excentration des couteaux I supportés par la traverse H.

En regard des parties supérieures des blocs C, C', le fléau se termine par des épanouissements bien dressés et de même section que les blocs.

A la partie supérieure du fléau, on voit une tige le long de laquelle on peut déplacer le contrepoids G, dont l'index est mobile devant les divisions d'une règle graduée *ab*.

Les surfaces en regard des blocs C, C' et des épanouissements du fléau ne doivent jamais venir au contact. Il reste toujours entre ces parties un entrefer, dont l'épaisseur est de 1 mm du côté où le fléau est incliné.

Une cale de 1 mm d'épaisseur sert à vérifier cette condition.

Pour régler la balance, on place la cale en *e*, puis on appuie en E sur le fléau, de manière à la serrer. On agit enfin sur la vis V, jusqu'à ce qu'elle vienne toucher la butée *f*.

On opère de même du côté D, en transportant la cale en *e'* et en agissant sur la vis V' après avoir appuyé en D.

Le contrepoids G étant au zéro de sa graduation et la bobine M n'étant pas excitée, on amène la balance à l'équilibre en réglant la position du petit contrepoids V''.

Pour faire une mesure, on excite la bobine M avec un courant d'intensité connue. L'équilibre est détruit et on le ramène en déplaçant convenablement le contrepoids G.

La valeur de B est proportionnelle à $\sqrt{d}$, *d* étant la distance du poids G au zéro de l'échelle *ab*.

Le flux en *ee'* sont égaux; si, cependant, le

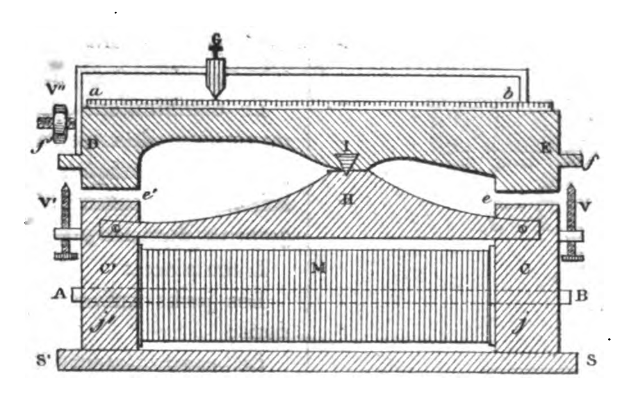


Fig. 3. — Détails de la balance magnétique du Bois.

fléau s'infléchit du côté *e'* quand on excite la bobine, cela tient à ce que l'excentrage des couteaux I rend inégaux les moments des couples.

L'échelle des indications peut être étendue en ajoutant au poids G des rondelles de masse connue, visibles en bas de la figure 2, à côté de la cale de réglage.

Les échantillons sont cylindriques ou prismatiques. Dans les deux cas, leur section doit être de 49 mm² (diamètre du cylindre, 7,9 mm; côté du carré, 7 mm).

Pour corriger les erreurs dues à l'hystérésis des blocs CC' et du fléau DE, on porte les abscisses, dans le tracé des résultats, à partir d'une courbe située au-dessus de l'axe des *x*.

Cette courbe, dressée pour chaque instrument, est fournie par le constructeur.

Dans cet instrument dont la longueur est d'environ 50 cm, des boutons placés à proximité des couteaux permettent d'immobiliser le fléau pendant le transport. Les blocs sont indépendants du support du fléau et peuvent recevoir un petit déplacement au moyen de vis.

Ce déplacement a pour objet de les amener exactement à l'aplomb des épanouissements du fléau et d'éviter ainsi des efforts autres que ceux dirigés suivant la verticale. Un jeu de clés de serrage et des cônes pour barres cylindriques et carrés accompagnent cet instrument qui, fournissant des résultats exacts à 1 pour 100 près, est véritablement remarquable de précision, malgré sa simplicité.

J.-A. Montpellier et M. Aliamet.

(*A suivre.*)

COMBINATEUR

POUR POSTES TÉLÉPHONIQUES

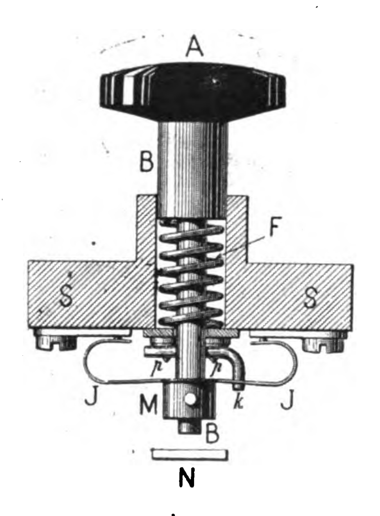
SYSTÈME LÉON TOURNAIRE

Le combinateur que la figure 1 représente en coupe et vu en dessous est un bouton

d'appel et en même temps un commutateur.

Le fil de ligne aboutit au piston B par l'intermédiaire de la pièce H^2 et du ressort à boudin F. En déplaçant le bouton A et en l'orientant convenablement, la ligne est mise en relation, par le ressort JJ, avec une ou deux des pièces de contact H suivant le cas.

Le ressort JJ, à cheval sur le piston B, est maintenu dans une position fixe, par rapport à ce piston, à l'aide d'un procédé très simple : la goupille *k* traverse la tige B; elle est recourbée à angle droit à l'une de ses extrémités et cette



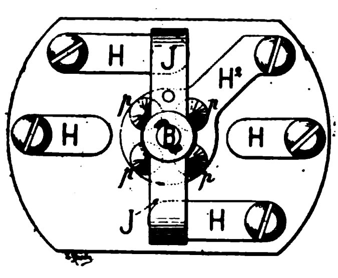


Fig 1.

extrémité s'engage dans un trou du ressort JJ, dont elle ne peut sortir; une rondelle M est goupillée au-dessous de JJ, dont la fixité est ainsi assurée. Le piston B est poussé, de bas en haut, par le ressort à boudin F, emprisonné dans le socle SS, la goupille *k* reste donc appliquée sur la pièce H^2 où elle est engagée dans un groupe de quatre plots coniques *p*. Il faut un effort de la main, exercé de haut en bas sur le bouton A, pour faire passer la goupille *k* par dessus les plots coniques *p*; elle peut alors prendre quatre positions bien définies et limitées toutes les quatre par l'arrangement des plots coniques *p*; elle ne se maintiendrait dans aucune autre position intermédiaire, la position et les dimensions des plots *p* ayant été calculées en conséquence.

En outre, un effort de la main, exercé de haut en bas sur le bouton A, permet de mettre la pointe de la tige B en contact avec une pièce N située au-dessous et, au moment où ce contact se produit, le ressort JJ a abandonné le contact H qui restent isolés.

Dès que la main a cessé d'agir sur le bouton A, celui-ci reprend sa position de repos sans l'action du ressort à boudin F.

Ainsi, deux manœuvres distinctes : 1° poussée du bouton A pour provoquer les appels; 2° déplacements latéraux du bouton A pour opérer les commutations. Une flèche, incrustée dans la tête du bouton, indique la position du ressort JJ.

Les divers organes dont nous venons de parler sont fixés à un socle SS en matière isolante moulée, telle que l'ivorine; ils y sont noyés ou bien assujettis à l'aide de vis. Le socle lui-même est maintenu en place par deux vis sur une tablette qui peut supporter plusieurs boutons.

Le combinateur a pour but de simplifier les manœuvres de mise en communication dans les postes téléphoniques à plusieurs directions et, suivant l'inventeur, de supprimer les dérangements dont les organes actuels sont la cause.

Il remplace :

Les jacks knives, leurs fiches et leurs cordons;

Les commutateurs à leviers;

Les commutateurs à manettes ou à fiches.

Dans certains cas, il permet de supprimer, dans les postes simples, le crochet commutateur et le bouton d'appel; il peut trouver son application aussi bien dans la téléphonie à circuit primaire que dans la téléphonie avec bobine d'induction avec simple ou double fil.

Le fonctionnement et le mode d'emploi du combinateur sont les suivants :

Pour appeler, il suffit d'appuyer sur le bouton A, comme sur un bouton de sonnerie ordinaire.

Pour parler, il faut faire exécuter au bouton A un quart de tour, sa forme allongée suffisant pour indiquer la position de repos ou de conversation. La conversation terminée, on ramène le le bouton à sa position première.

Dans le cas d'un poste central mettant en relation des postes simples, le bouton doit pouvoir indiquer quatre positions différentes. La flèche incrustée dans la tête du bouton permet de les distinguer, suivant que sa pointe est dirigée vers le haut, vers le bas, à droite, ou à gauche.

La figure 2 montre l'installation d'un nombre quelconque de postes communiquant entre eux,

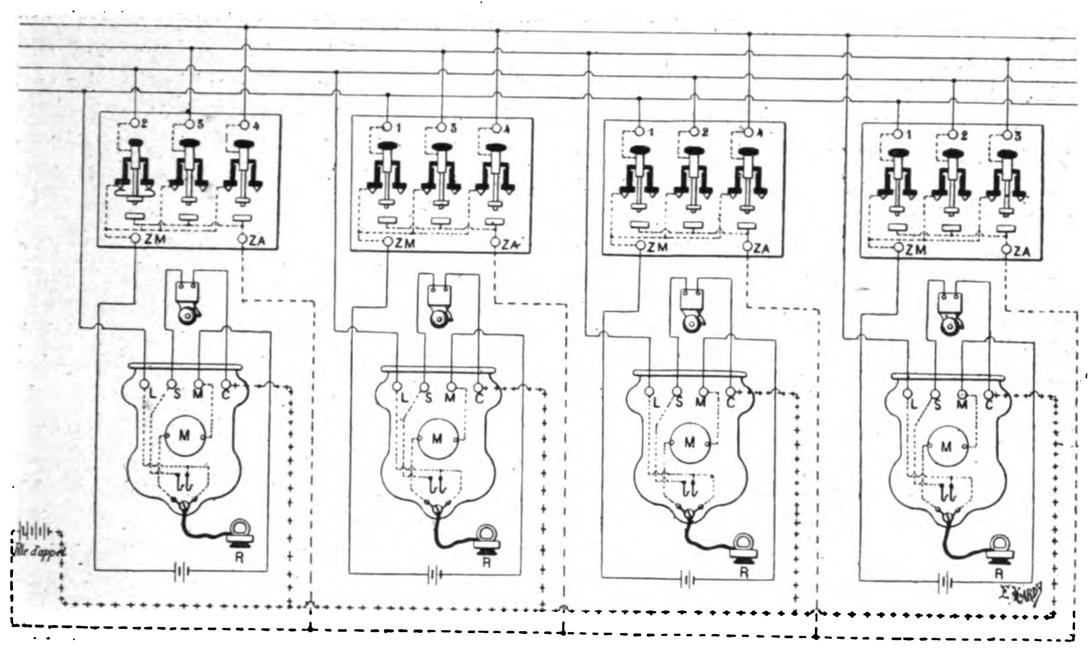


Fig. 2.

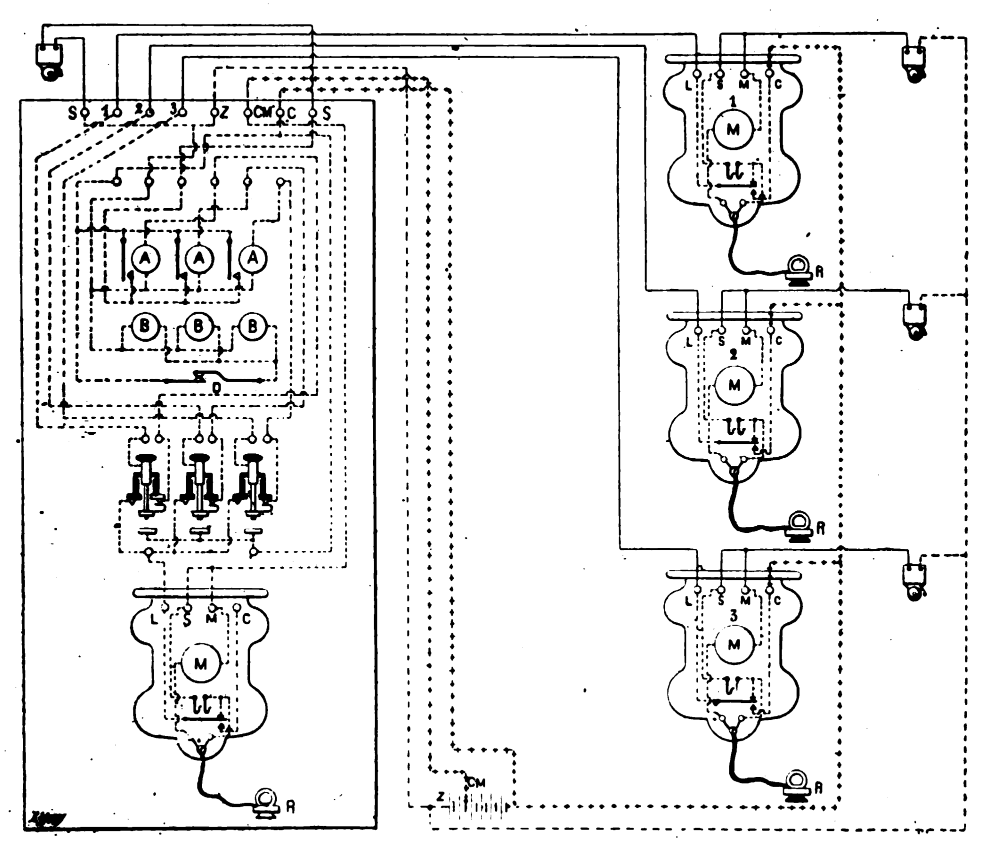


Fig. 3.

sans l'intermédiaire d'un poste central, plusieurs postes pouvant d'ailleurs causer simultanément deux à deux.

Cette installation exige autant de fils qu'il existe de postes, chaque poste étant greffé sur tous les conducteurs; il faut en outre pour la

pile d'appel, placée dans l'un des postes, deux fils se ramifiant dans tous les autres et constituant les prises de courant.

Chaque poste comprend une pile microphonique de deux éléments, autant de combinateurs qu'il existe de directions à desservir, un transmetteur et un récepteur, sans qu'il soit nécessaire d'adjoindre au transmetteur ni levier-commutateur automatique, ni bouton d'appel, le combinateur en tenant lieu.

Dans cette installation qui est la plus simple, le fil de retour du téléphone traverse la sonnerie; on peut éviter cet inconvénient, de peu d'importance dans les installations domestiques, en faisant usage de deux fils par poste, ce qui ne modifie pas le système de montage.

L'installation figurée est faite avec des postes primaires Bailleux, du modèle de la Société industrielle des Téléphones.

La figure 3 montre la disposition qu'il convient d'adopter pour le réseau téléphonique d'un immeuble. Le poste central permet d'appeler des postes simples et réciproquement; il comprend :

Un tableau avec annonciateurs à voyants; un appareil Bailleux primaire sans levier-commutateur et dont le bouton d'appel reste sans emploi; une sonnerie; autant de combinateurs qu'il existe de lignes à desservir; une pile d'appel, sur laquelle est prise la pile de microphone.

Les annonciateurs du tableau sont pourvus de contacts qui, lorsque le signal fonctionne, ferment le circuit de la pile sur la sonnerie; une clé D ramène les voyants au repos en actionnant les bobines B.

Dans chaque poste simple, on place un appareil Bailleux et une sonnerie.

L'installation n'exige que deux fils de pile communs à tous les postes et un fil de ligne pour chaque poste.

L'emploi des combinateurs permet de réaliser beaucoup d'autres combinaisons qu'il conviendrait d'étudier pour chaque cas particulier (1).

L. MONTILLOT.

(1) Constructeur : Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris.

TIR ÉLECTRIQUE DES CANONS
A BORD DES NAVIRES

Le principe n'en est pas nouveau et peut être considéré comme fort simple. Jadis, c'est-à-dire en 1883, lorsque l'énergie électrique faisait son apparition à bord des vaisseaux de guerre, certains officiers prévoyant la multiplicité des opérations qu'elle pourrait par la suite accomplir, notaient dans leur énumération le tir des pièces d'artillerie. Quelques années après, c'était chose faite et, en 1889, le savant lieutenant Fiske, de la marine des États-Unis, qui a contribué si puissamment à l'organisation électrique des navires de guerre, développait comme il suit les raisons de ce nouvel avatar : « L'emploi de l'Electricité pour le tir des canons de marine, disait-il, assure une efficacité plus grande. Autrefois le commandant de l'artillerie commandait *bâbord* ou *tribord* et les servants pointaient à bâbord ou à tribord. Puis quand la pièce était à peu près dans la position voulue, on annonçait *prêt* et chacun se mettait à l'abri du recul. Enfin quand le mouvement du navire amenait le but en ligne avec la mire, le servant tirait le cordon du percuteur et déterminait l'explosion. Avec le nouveau système, le chef de pièce tient dans sa main un petit conjoncteur, et quand le but se place en face de la mire, une simple pression du doigt suffit pour faire partir le canon (1). »

L'organisation de cette mise à feu électrique simplifie en effet considérablement les opérations du tir et ne se complique pas beaucoup d'appareils supplémentaires; une clé de contact fermant le circuit d'une pile sur une amorce de tension ou de quantité et c'est tout. Aussi l'usage s'en est-il répandu dans la plupart des marines de guerre. Cependant avec les nouvelles exigences de la tactique navale actuelle, avec les pièces de tourelles à tir rapide, il était nécessaire de prendre certaines précautions et d'organiser les connexions de manière à rendre la manœuvre aussi simple et aussi sûre que possible. Ces conditions une fois assurées, on obtient alors, sur le tir par percussion, les principaux avantages suivants :

1° La sécurité est absolue. En effet, dès que le circuit électrique est ouvert, le tir ne peut s'effectuer que lors de la mise en batterie, il n'y a plus de fulminate de mercure dans l'amorce et par conséquent la gargousse peut être manœuvrée brusquement, sans précaution, ce qui est inévitable avec les pièces à tir rapide. La pièce, en un mot, ne peut partir que lorsqu'elle se trouve chargée et dans la position voulue;

2° Le chef de pièce peut conserver sa position de pointage, l'œil à la mire et le doigt sur le

(1) Voir *Revue Internationale de l'Electricité* 1890, 2me semestre, p. 421.

conjoncteur pendant la charge, de manière à déterminer l'explosion dès que la pièce est prête et remise en batterie;

3° Dans le tir à percussion, le cordon tire-feu qui se relie au percuteur n'est pas dans la main du chef de pièce, il est actionné par un servant au commandement de feu. Or, si l'on considère que le navire est en mouvement et que le but est également mobile, la fraction de temps qui s'écoule entre le commandement et son exécution est très appréciable.

Quant aux connexions de mise à feu, elles peuvent être disposées de différentes manières; dans certains cas, il est bon d'y adjoindre un circuit de vérification des amorces; on peut alors s'assurer si toutes les jonctions sont en bon état de fonctionnement et l'on supprime ainsi entièrement les ratés, tel est le système Nordenfeldt. Dans l'un de ces derniers numéros, notre confrère de Londres, l'*Electrical Review*, parle des dispositifs de mise de feu, adoptés sur les bâtiments de guerre de l'amirauté anglaise; plusieurs revues américaines et l'*Electricity* de New-York entre autres, les ont également signalés; ils semblent en effet réunir la plupart des conditions que nous énumérions plus haut, sont destinés aux pièces à tir rapide et diffèrent quelque peu entre eux suivant qu'il s'agit de pièces de 0, 15 m ou de 0, 305 m.

Pour les canons de 0,15 m (fig. 1) qui sont pourvus de deux mires distinctes disposées de part et d'autre de l'affût et non plus placées sur le canon lui-même, il y a par conséquent deux conjoncteurs de mise à feu A et A' qui, ayant la forme d'un pistolet, déterminent la fermeture du circuit dès que le chef de pièce, l'œil à la mire, presse du doigt la détente. Chaque circuit partant de la pile et traversant le conjoncteur, va aboutir à une tige à glissière C D, fixée à l'extrémité extérieure du châssis du canon; un contact solidaire de la pièce vient frotter sur cette tige lorsque la remise en batterie s'est effectuée, de telle sorte que, dans ce cas *seulement*, le circuit est fermé sur le conjoncteur et la mise à feu possible.

Quant au tube à amorce ou au percuteur, qui peut également conserver ce nom puisque le tir par percussion est toujours possible dans le cas ou les circuits électriques ne fonctionneraient plus, il se compose principalement d'un tube d'acier creux isolé à la gutta; à travers ce tube B passe le conducteur se terminant dans une cheminée en bronze qui vient se placer sur la pièce de contact où se trouve l'amorçage lui-même, dès que la culasse est fermée et bien en place. Cette pièce de contact se compose d'un petit disque parfaitement isolé de la douille de cuivre de la gargousse dans laquelle l'amorçage est vissé et le circuit passe alors du disque à un point de platine qui est logé dans une poudre explosive pour aller de là à la terre par l'enveloppe de la gargousse. Un dispositif mécanique de la culasse empêche la cheminée d'établir le contact avant que l'opération de la charge et de la fermeture soit absolument terminée; on empêche de la sorte toute mise à feu intempestive. Il n'y a pour ainsi dire plus besoin de prendre aucune précaution. Or, si bien que les servants possèdent leur théorie d'instruction, l'homme n'est pas infaillible et de nombreux exemples sont là pour l'affirmer.

On peut alléguer certainement qu'il est toujours possible d'empêcher tout accident par des moyens mécaniques et que de plus les circuits électriques ont le désavantage d'être trop facilement avariés ou coupés. Cela est vrai, mais quel est le système sans défaut? Où trouver un dispositif de percuteur qui ne présentera ni usure ni accident? Avec l'électricité, s'il y a faute, cela ne sera pas au détriment de la sécurité, mais simplement au point de vue du résultat; le coup ne partira pas et dans ce cas on peut y remédier avec le percuteur.

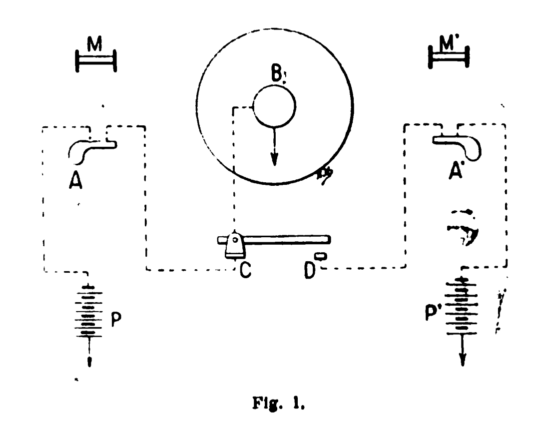


Fig. 1.

Pour les canons de tourelles fermées ou de tourelles barbettes avec pièce de 0,305 m comme celles qui arment le cuirassé anglais *Majestic*, par exemple, les circuits de sécurité affectent des dispositions particulières qui sont doublées encore pour ainsi dire par rapport aux précédentes afin d'obtenir une sûreté plus absolue encore si c'est possible.

Comme pour les canons de 0, 15 m, nous voyons que ces circuits comprennent toujours d'abord (fig. 2) les deux conjoncteurs de mise

à feu AA′ disposés de part et d'autre des pièces, de manière que l'officier les ait sous la main pendant qu'il s'assure de la précision du pointage à l'aide de la mire latérale. Puis, à l'arrière des pièces, se trouvent deux commutateurs SS qui doivent être manœuvrés à la main par le servant; celui-ci ne devra les fermer que lorsque la charge aura été poussée dans le canon et la culassse fermée; tout étant prêt, le servant se retire sur le côté. De là, le circuit aboutit aux commutateurs de contacts automatiques CC′ qui sont manœuvrés par la pièce elle-même comme précédemment; ils ne peuvent être reliés entre eux que si la pièce est revenue complètement dans sa position de mise en batterie, de telle

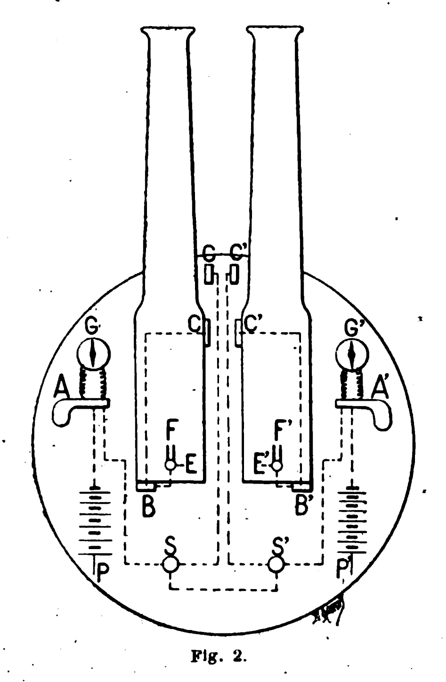


Fig. 2.

sorte que, si le recul n'a été que partiellement absorbé par les cylindres hydrauliques et que la remise en batterie ne se soit pas effectuée exactement, le contact n'a pas lieu, le circuit n'est pas fermé et la mise à feu ne peut pas s'effectuer; tout est ainsi parfaitement prévu. Enfin, une dernière précaution est prise pour éviter encore une mise à feu inopportune et dangereuse dans le cas où la culasse ne serait pas complètement fermée; or l'obturateur, la pièce de fermeture de culasse, est poussé par un petit bélier hydraulique jusqu'à ce qu'il soit en face de la pièce, dans laquelle il pénètre sous l'action d'un second bélier, et il se visse d'un demi-tour, guidé par une tige glissant dans une rainure de l'affût; un boulon bien isolé et dit de fermeture solidaire de l'obturateur vient fermer le circuit, mais seulement lorsque l'introduction est complète. L'amorçage se compose, comme à l'ordinaire, d'un fil de platine noyé dans une poudre explosive et le circuit se complète par la terre, c'est-à-dire ici par le canon lui-même, l'affût et la coque. D'après la figure, on peut constater que les circuits sont dispoés de manière à pouvoir faire feu simultanément des deux pièces; c'est pour cela que les deux commutateurs S sont reliés par un conducteur. De même, par suite de cette jonction, l'une ou l'autre des deux batteries de piles PP′ peut concourir indifféremment à la mise à feu des pièces. Des galvanomètres G, disposés verticalement et présentant une résistance de 1000 ohms, peuvent être intercalés à un moment donné dans chacun des circuits; avant la mise à feu, pendant la charge, l'officier pourra ainsi s'assurer du bon état des connexions et des conducteurs, l'intensité du courant étant trop faible, par suite de la résistance élevée, pour déterminer l'explosion. C'est une reminiscence de l'ancien système préconisé par Nordenfeldt, comme nous le faisions remarquer plus haut.

Les objections que l'on peut émettre sur un emploi trop multiplié de l'énergie électrique à bord des navires sont fondées principalement sur le grand nombre de conducteurs posés de toutes parts. Ces objections, disons-nous, ne semblent pas devoir s'appliquer à ce cas particulier. Ici, le circuit est local, restreint dans la tourelle et il est alimenté par une source d'énergie spéciale, une pile primaire ou quelques éléments d'accumulateurs; par suite les vérifications sont des plus faciles pour ne pas dire nulles, car les défauts seront rares; les avantages semblent donc primer les inconvénients d'une manière indiscutable.

Georges Dary.

TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

A HAUTE TENSION, A 40 000 VOLTS

DE PROVO (ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE)

On se rappelle les expériences de Scott sur les lignes de la Telluride Company de Provo jusqu'à des voltages atteignant 135 000 volts (1).

La tension en service courant sur ces lignes, est de 40 000 volts, et la distance de transmission jusqu'à ce jour était de 54 kilomètres. Il a été ajouté 112 kilomètres, complétant un circuit en-

(1) American Institute of Electrical Engineers 1899.

tier de distribution sur le contour du lac Utah. Ce mode de distribution favorise beaucoup la division en sections indépendantes, par conséquent diminue l'entretien et les réparations.

Les transformateurs ont leurs enroulements à haute tension montés en étoile, le neutre étant mis à la terre. Ils sont à bain d'huile, et ont été construits par la maison Wagner.

Les isolateurs sont en verre, à triple cloche, de la Cie Hemingway Glass, de Muncie (type Provo n° 1). Leur diamètre est d'environ 178 mm et les fils sont montés latéralement.

La distance constante et uniforme des conducteurs deux à deux est de 1,6 m environ; l'un deux est supporté par des ferrures au sommet du poteau, et les deux autres par des traverses de 2,10 m de long.

La ligne téléphonique a été trouvée absolument inutilisable, fait dû principalement à la mise à la terre du fil neutre des transformateurs principaux. Les bois employés sont imprégnés de paraffine et de bitume jusqu'à une profondeur de 9mm,5 environ.

Dans toutes les extensions récentes, on a soigneusement évité les boulons et les clous qui favorisent les pertes et provoquent la désagrégation du bois : on leur a substitué des trous pratiqués à travers les poteaux et dans lesquels les traverses sont maintenues, par un calage convenable.

Hauteur des poteaux en plaine. . .	13,20 m
Hauteur des poteaux en montagne. .	11,55 m
Nombre de poteaux par kilomètre . .	27 m

Nature des fils : 3 fils de cuivre n° 5, sur la première ligne, soit 4,6 mm de diamètre et 16,8 mm^2 de section.

Câble d'aluminium à 7 brins de 2,3 mm dans tous les travaux récents.

L'économie réalisée sur les poteaux avec la ligne en aluminium est assez grande; on se contente d'en placer 16 à 20 par kilomètre.

L'aluminium réalise donc une double économie, et sur les conducteurs et sur les poteaux. Au début, on employait des fils d'aluminium, mais on leur a substitué du câble, en raison des ruptures.

Les sous-stations réduisent, pour la plupart, la tension de 40 000 à 5000 volts.

Les appareils alimentés sont presque uniquement composés de moteurs asynchrones.

La capacité de la ligne (d'une longueur totale de 105 milles) est considérable : avec les transformateurs à vide, on note une charge apparente à l'usine de 750 kilowatts, la charge réelle étant presque nulle; à mesure qu'on accroît cette dernière, on voit simultanément monter le wattmètre et baisser l'ampèremètre jusqu'à 2/3 environ de la pleine charge (pour laquelle le facteur de puissance est de 95 0/0).

La distribution locale à 5000 volts de la ville de Provo est faite par une ligne aérienne en fil de fer n° 8, 3,3 mm. La ligne est posée sur des poteaux supportant aussi les transformateurs et les lampes : les conducteurs primaires sont montés sur une traverse au sommet du poteau, les conducteurs secondaires au-dessous.

L.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 9 mars 1901.

L'éclairage électrique du quai Victoria à Londres. — Le pont de Westminster et le quai Victoria sont maintenant éclairés à l'aide de 147 lampes à arc qui sont alimentées par le courant de la station génératrice installée spécialement à cet effet sur les quais par les soins du Conseil du comté de Londres. Il y avait déjà des canalisations appartenant à plusieurs compagnies, mais le Conseil du comté ne voulait pas emprunter l'énergie de diverses sections, de là la nécessité d'organiser une nouvelle station. Les parapets sont garnis de 67 lampes et les autres, au nombre de 80, sont dispersés sur les trottoirs et sur le pont de Westminster. Les anciens réverbères à gaz n'ont pas été enlevés, mais ils ont été modifiés de manière à pouvoir être munis de la lampe à longue durée, construite par la Gilbert arc Lamp Co. Les lampes des parapets sont montées 10 en série et consomment 10 ampères; celles des trottoirs sont du modèle de 12 ampères; elles sont pourvues de coupe-circuits automatiques Gilbert. Le matériel de la station génératrice comprend quatre dynamos à courant continu de 70 ampères, chacune sous 500 volts et tournant à 500 révolutions; elles ont été fournies par MM. Mac Lure et Witfield et sont actionnées par des moteurs à gaz Stockport. La disposition du tableau de distribution est telle que l'un quelconque des 15 circuits des lampes peut être monté sur l'une des dynamos. Ce tableau comprend également les appareils nécessaires à la commande d'un moteur générateur à basse tension et qui est employé à l'éclairage de la station ainsi qu'à la charge des accumulateurs. Les câbles souterrains sont élongés dans un caniveau; ils sont isolés au papier, recouvert de plomb et armés et proviennent de la Compagnie S. Helen Cable. Une partie des lampes peut être éteinte à minuit, si on le désire. Sir A. Binnie est l'ingénieur responsable de cette installation.

***

Ouvriers électriciens en Angleterre. — Les ouvriers chargés des canalisations électriques ont décidé par l'entremise de leur syndicat, la Electrical Trade Union, d'imposer aux entrepreneurs un certain nombre de conditions irréalisables et irraisonnables, relativement aux salaires, au nombre d'heures de travail, et à l'embauchage général des ouvriers pour les travaux de pose de lignes. Nous nous bornons à mentionner le fait sans entrer dans plus de détails, car les termes mêmes de la revendication l'empêchent d'être prise au sérieux.



***

La Société anglaise de physique. — Au dernier congrès de la Société anglaise de physique, le professeur Emilio Villari a présenté un travail sur la question suivante : Comment l'air soumis aux rayons X perd sa propriété de se décharger et comment l'électricité s'y décharge. Le professeur déclare que l'air soumis à l'action des rayons X en passant à travers un long tube enroulé plusieurs fois perd beaucoup plus son pouvoir de décharge que s'il passe dans un tube droit. Pendant l'expérience, le tube se charge lui-même à un certain potentiel. Si l'air afflue sur des fils de toile métallique enfermés dans le tube, le métal perd une charge positive ou négative selon que l'air frappe avec force ou très légèrement; des expériences ont été réalisées dans le but de prouver cette action. Par exemple, des tubes de cuivre ou de plomb, s'ils sont courts et droits, prennent des charges négatives, mais s'ils sont longs et contournés, se chargent positivement. Ces phénomènes ne peuvent pas être attribués à des actions chimiques, mais semblent être produits par un frottement spécial de l'air sur les surfaces métalliques et il en résulterait que ces dernières devraient prendre une charge et l'autre se manifesterait dans l'air. Mais cela n'est pas le cas, car la charge de l'air est souvent de même signe que celle du métal. L'auteur avait démontré précédemment que l'air soumis à ces mêmes actions était chargé, lorsqu'il était lancé contre un corps électrisé, soit l'air ordinaire, soit l'air pourvu d'une charge électrique, mais qui disparait immédiatement. De là, il suppose que l'air affluant sur des surfaces métalliques développe deux charges, l'une qui se manifeste sur les surfaces, l'autre qui réduit l'air soumis aux rayons X en air ordinaire et c'est pourquoi rien ne s'y manifeste plus. L'électroscope employé dans ces expériences comprenait une plaque de bronze fixe et une feuille d'or dont la position était déterminée à l'aide d'un viseur muni d'une loupe et d'une graduation.

***

Le service téléphonique en Angleterre. — Les directeurs de la Compagnie Nationale des Téléphones commencent à être anxieux sur les destinées de leur colossale entreprise et les actionnaires peuvent encore être contents d'avoir touché un dividende, bien que réduit. L'installation rivale préconisée par le Post Office approche actuellement de sa réalisation et c'est là la principale cause des terreurs de la Compagnie. Le Post Office a récemment décidé que le système de tarifs qui serait adopté consisterait dans le paiement d'une somme annuelle peu élevée selon le prix de l'installation et de plus un tarif spécial par appel. La Compagnie Nationale, allant sur ses brisées et contre ses propres intérêts, a adopté également le même système de manière à pouvoir rivaliser avec le Post Office et serait même trop heureuse de baisser encore son tarif si elle était sûre du succès. Or le principal malheur subi par la Compagnie, c'est que ce système a eu simplement pour effet de diminuer la moyenne des recettes par abonné sans réduire pour cela le total des dépenses; les affaires de la Compagnie étant ordinairement de 1 500 000 livres par an; on comprend sans peine son désespoir. Pour l'année passée, les dépenses d'exploitation ont accru de 45 350 livres et le bénéfice net de 16 000 livres seulement. Pendant ces six mois, la Compagnie a installé 11 734 postes supplémentaires et elle a commencé à poser des lignes souterraines dans beaucoup d'endroits; ce sont là de grosses dépenses. Le capital engagé est de 7 000 000 de livres et en 1904, le Post Office a le droit d'acheter l'entreprise sur arbitrage; en 1911, si l'achat n'a pas été conclu la licence prend fin. A vrai dire, bien qu'elle ne goûte pas la concurrence et on le comprend, la Compagnie n'en est pas moins en très forte position et elle a déclaré que son intention était de combattre le Post Office jusqu'à la dernière extrémité.

BIBLIOGRAPHIE

Nouveau Dictionnaire général des Sciences et de leurs applications, par MM. Ed. Perrier, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle, P. Poiré, professeur au Lycée Condorcet, R. Perrier et A. Joannis, chargés de cours à la Faculté des Sciences de Paris, deux volumes, grand in-4°, 3000 pages, 4000 gravures, paraissant en 48 livraisons, une livraison par quinzaine, prix : 1 franc. Prix de souscription à l'ouvrage complet : 40 francs, payables en trois termes. (Librairie Ch. Delagrave, Paris, 15, rue Soufflot).

La 14e livraison qui vient de paraitre contient quelques articles de haute science très développés sur le système crétacé (géologie), la cristallisation (chimie, minéralogie), la cristallogénie et la cristallographie (minéralogie), le système cubique (minéralogie), le cuivre (chimie) et la métallurgie.

Nous citerons en outre les articles suivants qui seront utilement consultés :

En anatomie et zoologie : coupes histologiques, courtilière, cousin, crapes, crâne, crapaud, crevette, crocodile, crustacés, cténophores, cuisse.

En médecine : coup de fouet, coup de soleil, coxalgie, son diagnostic et son traitement, créosote, cresson, crétinisme, crevasses, croup (symptômes, diagnostic, traitement) curare.

En botanique : courge, cousso, cresson de fontaine, croton, crucifères.

En technologie : coutellerie, crayons, crémone, crible, crin, cuir (tannage des peaux, corroierie, hongroyage, mégisserie, maroquinerie, chamoisage), cuisine à vapeur.

Art militaire : cuirassement des navires.

Géométrie pure et appliquée : coupe des pierres, courbes, courbure, cubage.

Mécanique : couple, courroies sans fin, crémaillère, cric.

Dans la 15e livraison, ceux qui s'intéressent à la botanique trouveront des articles très documentés sur la cuscute, les cycadées, le cypris, le cytise, le dahlia, le dattier.



En chimie, nous trouvons une étude de longue haleine sur le cyanogène, la dextrine, les diastases, le diamant.

En médecine : cystite, débilité mentale, débridement, décubitus, dégénérescence mentale, délire, délirium tremens, maladie des dents, désinfection, diabète, diarrhée.

En physique : densités, diagomètre, diamagnétisme.

En technologie : article très développé sur les cycles, bicycles et bicyclettes, damas (tissage), damasquinerie, acier damassé, découpage, décreusage, dentelles, dépilage, dévidage, dévitrification.

En agriculture : défrichement, dessèchement.

En photographie : le cylindrographe, appareil de photographie panoramique du commandant Moëssard.

En mécanique industrielle : Détente de la vapeur, déclic.

Enfin, la 16e livraison contient en analyse mathématique, des notions sur le calcul des différences et le calcul différentiel; en géométrie, la détermination de la distance entre deux points; en astronomie, le mouvement diurne; en mécanique, le mouvement différentiel, la dynamique et les dynamomètres; en physique, la diffusion des gaz la dilatation exposée en douze pages, la dispersion de la lumière et des spectres, la dissolution, la machine à diviser; en chimie, la théorie de la dissociation, la théorie dualistique, l'eau, la dynamite; en médecine, la digitale et la digitaline, la diphtérie, la dypsomanie, le drainage, la dysenterie, la dypsnée; en technologie, la dorure, le doublé, le drap, la drague.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

SÉANCE DU 25 FÉVRIER 1901. — M. Maurice Meunier soumet au jugement de l'Académie un travail intitulé : « Note sur un projet d'appareil télégraphique. » (Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Maurice Levy).

M. Mascart présente une note de M. Bernard Brunhes *sur les propriétés isolantes de la neige* dans laquelle l'auteur rappelle que les expériences entreprises au mont Blanc en 1898 et les essais faits à l'observation de l'Etna établissent que la neige est pratiquement isolante pour le courant électrique et qu'un fil nu posé sur la neige continue à transmettre les communications télégraphiques et téléphoniques. M. Brunhes ajoute qu'il a eu, pour la première fois cet hiver, l'occasion de s'occuper d'une ligne télégraphique de montagne et d'observer par lui-même un fait bien connu du personnel de l'observatoire du Puy-de-Dôme. La double ligne qui relie la station du sommet à celle de Rabanesse et au bureau télégraphique de Clermont est très souvent rompue pendant la mauvaise saison. Cette rupture est due, en général, à ce que dans la montagne les fils, recouverts d'une gaine de givre qui peut atteindre jusqu'à 0,50 m de diamètre, donnent prise, par une large surface, aux vents exceptionnellement violents qui soufflent dans cette région. Lorsque la rupture se produit au voisinage immédiat de l'observatoire du sommet, il est arrivé souvent au gardien et au météorologiste de service de raccorder à la ligne, au-delà du point d'interruption, un fil de fer qu'ils posaient simplement sur la neige et qu'ils amenaient jusqu'au bureau télégraphique de l'observatoire. Lorsque l'interruption se trouve sur la pente de la montagne, trop loin du sommet, l'on fait appel aux agents du service télégraphique spécialement exercés à ce travail. Il leur arrive souvent de juger impossible ou inutile d'atteindre les isolateurs et d'accrocher simplement le nouveau fil sur une certaine longueur à une hauteur de 1 m à 1,50 m sans l'intermédiaire d'un isolateur. Lors même, d'ailleurs, que le fil est suspendu d'une façon normale, il arrive que la gaine épaisse de givre et de neige qui transforme les poteaux en colonnes massives de près de 1 m d'épaisseur emprisonne complètement les isolateurs et se raccorde sur une large surface avec la gaine horizontale dont le fil occupe l'axe. Dans ces conditions, il y a, sur une longueur d'au moins 1 kilomètre, communication du fil avec le sol par un large cylindre de givre et de neige à chaque poteau. Dans aucun de ces cas, les communications télégraphiques ou téléphoniques ne sont gênées. Les pratiques signalées par M. Brunhes, en usage depuis plus de vingt ans, montrent que les personnes attachées à l'observatoire et les ouvriers des lignes télégraphiques chargés des réparations ont toujours traité la neige et le givre comme des isolants.

SÉANCE DU 4 MARS 1901. — MM. Lortet et Genoud communiquent une note *sur un appareil photothérapique sans condensateur* permettant de réduire, dans des proportions considérables, la durée du traitement photothérapique, seule objection justifiée faite jusqu'à maintenant à l'emploi de cette méthode (1).

M. le secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, un traité théorique et pratique d'électrométallurgie par M. Adolphe Minet (présenté par M. Mascart).

M. d'Arsonval présente une note de M. S. Leduc montrant que *pour obtenir des rayons de courtes longueurs d'onde on peut utiliser l'effluve électrique, source intense de rayons violets et ultra-violets.* L'auteur décrit le dispositif employé à cet effet et dit que le procédé est particulièrement simple et commode pour soumettre les tissus anémiés à l'influence des rayons de courtes longueurs d'onde (traitement Finsen) (2).

M. H. Poincarré présente une note de M. C. Gutton *sur la propagation des oscillations hertziennes dans l'eau* qui, à la suite d'expériences, est arrivé à cette conclusion que la longueur d'onde reste la même lorsque le résonateur et les fils de transmission sont plongés dans l'eau; il a, en outre, constaté que la longueur d'onde du résonateur était indépendante de l'excitateur (3).

M. Lippmann présente une note de M. L. Benoist ayant pour titre : *Lois de transparence de la matière pour les rayons X* (4).

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 527.
(2) *Ibid.*, p. 542.
(3) *Ibid.*, p. 543.
(4) *Ibid.*, p. 545.



Société française de physique.

SÉANCE DU 15 FÉVRIER 1901. — M. le Président propose de nommer secrétaire général honoraire M. Lucien Poincaré, recteur de l'Académie de Chambéry, dont le passage trop court au secrétariat général a été si profitable à la Société.

Cette proposition adoptée la veille par le Conseil est immédiatement votée à l'unanimité des membres de la Société présents à la séance.

M. Crémieu annonce que les résultats de ses nouvelles expériences sur la convection électrique confirment tous ceux de ses précédents essais.

Il a pu, en outre, découvrir deux nouvelles causes d'erreurs par suite desquelles on peut observer des déviations d'un système magnétique, placé au voisinage d'un corps chargé en mouvement; ces déviations peuvent se présenter avec tous les caractères de réversibilité et sont du même ordre de grandeur que ceux attendus de l'effet magnétique de la convection.

Il est donc très naturel que d'autres aient pu se tromper.

M. Crémieu conclut donc aujourd'hui que, dans les conditions où MM. Rowland et Himstedt ont opéré comme dans ses propres expériences, la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique.

Sur quelques compteurs à courants alternatifs, par M. P. Janet. — M. P. Janet présente à la Société un assez grand nombre de nouveaux compteurs, ayant figuré à l'Exposition universelle, principalement pour courants alternatifs. Il fait à ce sujet un exposé des diverses méthodes que les électriciens ont imaginées pour réaliser dans la construction des compteurs d'électricité la condition fondamentale : couple moteur proportionnel à la puissance à mesurer et couple résistant proportionnel à la vitesse (celle-ci donnée, dans tous les compteurs présentés à la Société par un disque métallique tournant entre les branches d'un aimant). Suivant la manière de réaliser le couple moteur, les compteurs se classent en deux groupes :

1° Compteurs moteurs du type Thomson, comprenant deux circuits, l'un fixe, l'autre mobile (pouvant servir aussi dans le cas des courants continus). M. P. Janet rappelle rapidement le principe de ces compteurs bien connus et donne quelques indications sur les artifices employés pour éviter, dans le cas des courants alternatifs, l'erreur résultant du décalage dû à la self-induction du circuit à fil fin (par exemple, emploi d'un spire en court-circuit placée dans la bobine à gros fil).

2° Les compteurs à champ tournant.

On réalise ici un champ elliptique tournant (analogie optique) en superposant deux champs rectangulaires alternatifs d'amplitude H et H' décalés d'un angle φ, par le moyen de deux circuits, l'un à gros fil, l'autre à fil fin. Ce champ elliptique tournant équivaut à deux champs tournants ordinaires d'intensités inégales, lesquels tendent à entrainer en sens opposés un conducteur de révolution, mobile autour de l'axe commun. La différence des deux couples, que l'on calcule facilement par un raisonnement géométrique, est le couple moteur de l'appareil; il est proportionnel à HH' sin φ. Le circuit à gros fil fournit H proportionnel à l'intensité du courant; on s'arrange de manière que le champ H' du circuit à fil fin soit proportionnel à la force électromotrice alternative et en quadrature avec celle-ci. Alors la vitesse de rotation du conducteur placé dans le champ elliptique tournant est proportionnelle à la puissance à mesurer. — On a imaginé bien des procédés pour obtenir le décalage de $\frac{\pi}{2}$ entre H' et la force électromotrice. M. P. Janet indique les ingénieuses solutions représentées par les compteurs Hartmann et Braun; Raab; Hummel; Batault.

M. P. Janet passe ensuite aux *Compteurs spéciaux aux courants triphasés* en imaginant, par exemple, un montage en étoile. Il fait au tableau le diagramme des divers vecteurs à considérer et classe les compteurs pour courants triphasés suivant les trois types de formules par lesquelles on peut exprimer la puissance P, savoir :

$$P = e_1 i_2 - e_2 i_1 \text{ (notations bien connues)},$$
$$2P = i_1 (e_3 - e_2) + e_1 (i_2 - i_3),$$
$$3P = (i_1 - i_3)(e_3 - e_2) - (i_2 - i_3)(e_3 = e_1).$$

Dans tout compteur triphasé à champ tournant, il y a deux systèmes tournants montés sur le même arbre, entraînés par des couples respectivement proportionnels à chacun des deux termes du second membre des formules précédentes. M. P. Janet présente la solution fournie par les compteurs Siemens et Halske, Hummel, Schuckert; dans le cas le plus général des courants triphasés à quatre fils il est nécessaire d'employer une équation plus générale que les précédentes : certains compteurs (Aron, Thomson) s'appliquent à ce cas.

-∞-

La télégraphie sans fil en Amérique.

Si l'on en croit les revues américaines, on serait arrivé, de l'autre côté de l'Océan, à perfectionner les appareils de télégraphie sans fil et à obtenir des résultats remarquables. Dans un rapport, M. le professeur Willis Moore, du Bureau météréologique de Washington, fait savoir qu'il a réussi à transmettre des messages dans un rayon de 60 milles autour de Washington, malgré un terrain accidenté, à l'aide d'appareils complètement différents de ceux employés par Marconi. Aucun détail de description sur ces appareils ni sur le mode d'emploi; M. Moore garde le secret et l'avoue en déclarant qu'il ne veut rien dire à ce sujet. Mais il ajoute seulement que le récepteur est du type dit « parleur », que l'on lit par conséquent les dépêches au son, et que l'on doit sous peu construire un compteur enregistreur qui ne laissera rien à désirer.

A côté de ces déclarations vraisemblables, bien que mystérieuses, la presse quotidienne des États-Unis affirme que rien n'est plus faisable maintenant que d'établir des communications en mer, entre navires, à des distances de 500 milles et plus! Mais on sait en France que l'adjonction de zéros n'est pas pour embarrasser un reporter américain, et l'on agit en conséquence. — D.

-∞-

Ecole pour wattmen.

Il y en a une à New-York que vient d'organiser la Compagnie de Brooklyn Rapid Transit. Tous les

candidats à l'emploi de wattman devront justifier de leur passage dans cette école; après un dressage d'au moins quinze jours, ils pourront obtenir une sorte de certificat d'aptitude aux dites fonctions. Leur instruction est d'ailleurs toute pratique; on leur fait conduire des voitures, on les met au courant des mystères que recèlent les coupleurs dont ils ont la direction, enfin on leur apprend à se servir intelligemment du frein. Nos compagnies électriques parisiennes devraient bien imiter cet exemple ou encore payer le voyage transocéanique à certains de leurs mécaniciens afin de diminuer le nombre des télescopages. L'adresse, s'ils désirent la connaitre, est à la station de la compagnie susdite à la cinquante-huitième rue. — D.

-∞-

Les brevets Pupin et la téléphonie transocéanique.

On parle beaucoup en ce moment, dans la presse technique américaine, des brevets pris par M. le professeur L. Pupin, de Colombia College et relatifs à un dispositif permettant de rendre possible la téléphonie à très grandes distances. Ces brevets auraient même, parait-il, été achetés par la Compagnie américaine des téléphones Bell, moyennant une somme d'environ 200 000 dollars et d'un droit annuel de 10 000 dollars. Ces brevets comportent l'emploi de bobines d'inductance disposées de distance en distance sur la ligne téléphonique, ce qui permettrait d'en augmenter la portée et d'en diminuer le coût d'établissement. Dans le cas, par exemple, d'une ligne longue de 3000 milles ayant une résistance de 4 ohms par mille, on placerait à chaque mille une bobine d'inductance de 200 millihenrys. Une ligne sous marine de 2000 milles de longueur exigerait par mille huit bobines présentant une inductance totale de 300 millihenrys et une résistance de 1 ohm. Certains voient déjà possible, grâce à ce procédé, la téléphonie transocéanique; d'autres n'admettent le système Pupin que pour les lignes terrestres; la suite des événements et des expériences nous apprendront la vérité à ce sujet. Quoi qu'il en soit, l'acquisition des brevets par une compagnie aussi sérieuse que la Compagnie Bell semble donner quelque crédit aux partisans de M. Pupin. — D.

-∞-

Illuminations électriques à New-York.

Elles ont eu lieu les 3, 4 et 5 mars pour célébrer la seconde magistrature du président des Etats-Unis, William Mac Kinley; on y a consacré une somme de 2 300 dollars. Sur les huit immenses pylones de 24 m de haut qui entourent la cour d'honneur du palais du gouvernement étaient disposés des projecteurs de 10 000 bougies dirigeant perpendiculairement leur faisceau lumineux sur des colonnes de fumées blanche qui jaillissaient de pots à feu imprégnés d'acide chlorhydrique. Quant aux colonnades qui relient ces pylones, elles étincelaient au moyen de 3 000 lampes à incandescence d'une intensité lumineuse qui variait de 16 à 100 bougies. L'effet a été merveilleux et les Américains ont été enchantés. — D.

-∞-

La téléphonie en Suède.

Le petit tableau ci-après que nous empruntons à l'« Electrician » de Londres, montre le développement pris durant ces dernières années, en Suède, par la téléphonie :

	Développement des conducteurs. km.	Nombre des appareils en service.
1896	62 606	26 911
1897	75 300	32 892
1898	97 692	46 381
1900	110 000	52 500

Suivant le même journal, durant la période ci-dessus, les recettes brutes se sont élevées de 3 242 812 fr en 1896, à 5 765 625 fr en 1900 et les frais d'exploitation et d'entretien de 1 458 281 à 2 953 125 fr. Pour les trois prochaines années, l'Etat se propose de consacrer, à l'extension de son réseau téléphonique, une somme de 5 000 000 fr. — G.

-∞-

Statistique des tramways électriques urbains de Hongrie, pour l'année 1899.

Nous empruntons à la « Zeitschrift für Elektrotechnik » de Vienne, sur l'industrie hongroise des tramways électriques urbains en 1899, les chiffres ci-après :

A la fin de 1899, les lignes urbaines en service avaient un développement de 143 026 km contre 125 589 km à la fin de 1898, soit une augmentation de 17 437 km.

Ces lignes ont transporté, en 1899, 68 148 677 voyageurs avec 54 452 tonnes de marchandises. Leur matériel roulant comprenait : 2 locomotives électriques, 554 voitures automotrices, 151 voiture ordinaires à voyageurs et 23 fourgons.

Le capital placé dans ces installations représentait une somme de 36 893 764 florins. Les frais d'exploitation se sont élevés à 3 368 496 florins et les recettes nettes à 3 196 008 florins, l'intérêt servi sur le capital de premier établissement a atteint une moyenne de 8,69 0/0. — G.

-∞-

L'industrie de l'acétylène en Allemagne.

Suivant l'« Elektrotechnische Rundschau », de Francfort sur-Mein, le consul d'Angleterre, à Stuttgart, a récemment signalé à son gouvernement, par un rapport spécial, les progrès extraordinaires réalisés dans ces derniers temps, en Allemagne, par l'industrie du carbure de calcium. D'après ce rapport, il existe actuellement en Allemagne, au moins 200 000 installations d'éclairage à l'acétylène. En outre, les capitalistes allemands ont consacré, en Norwège et en Suisse, des sommes importantes à la création de fabriques de la même espèce. On peut évaluer à 17 000 tonnes la quantité de carbure de calcium consommée en 1900 sur territoire allemand, ce qui correspond à environ 320 000 hectolitres de pétrole. Trente-deux petites villes de l'empire, comptant jusqu'à 5000 habitants, s'éclairent déjà à l'acétylène, et un grand nombre d'autres localités se proposent, en ce moment, d'adopter le même mode d'éclairage. — G.

-∞-

L'industrie électrique au Siam.

Nous empruntons à notre confrère l' « Elektrotechnische Rundschau », de Francfort-sur-Mein, l'information ci-après :

« Depuis plusieurs années, l'électricité joue un rôle important à Bangkok. On y rencontre, en effet, un tramway électrique qui traverse la ville dans toute sa longueur et dont la concession fut accordée, il y a une vingtaine d'années, à un Danois du nom de Richelieu, alors capitaine de vaisseau et aujourd'hui amiral de la marine siamoise. Le concessionnaire transféra ses droits à une compagnie par actions, et cette dernière avait construit un long tramway électrique bien avant que Hambourg et Berlin connussent ce moyen de transport. Cette compagnie, au capital de 280 000 ticols (un peu plus de 875 000 francs), a créé une entreprise très prospère. En effet, pour le dernier semestre, elle a obtenu une recette nette égale à 10 pour 100 du capital ci-dessus. Elle possède 10 voitures conduites par des indigènes ou des Malais. Les agents d'exploitation portent un léger uniforme et des souliers rouges; mais, par les grandes chaleurs, ils mettent bas leur tunique et marchent pieds nus. On rencontre, parmi eux, une assez forte proportion de *luchiens*, métis de Siamois et de Chinois. Le prix de la main-d'œuvre est peu élevé : 37 fr. 50 par mois avec vingt journées de travail. Les employés travaillent six jours de suite, sans interruption et ont ensuite trois jours de repos. La plupart obtiennent, en outre, un congé durant la saison d'été. Les fautes de service sont punies d'amendes souvent transformées, sur la demande des intéressés, en bastonnades. Les réparations du matériel roulant se font dans un atelier où travaillent surtout des ouvriers chinois qui ont la réputation d'être d'excellents mécaniciens. Les Siamois font très volontiers usage des voitures électriques et l'on voit celles-ci fréquemment bondées de voyageurs à moitié nus, les uns assis, les autres debout. Au début de l'exploitation, l'on a eu à deplorer de nombreux accidents dus à la négligence des piétons : aussi, les machines roulantes passaient pour être l'incarnation de génies malfaisants.

Bangkok possède en outre une société d'éclairage électrique fondée, il y a une dizaine d'années, par des nobles et princes siamois. Mais les initiateurs ne parvinrent pas à conduire leur entreprise de façon rationnelle. Pour donner une idée de leur manière d'opérer, il suffira de dire que les abonnés devaient acquitter une somme fixe par lampe, sans tenir compte de la durée d'éclairage. Naturellement, dans de pareilles conditions, les abonnés laissaient leurs lampes allumées jour et nuit. L'entreprise indigène, la chose était inévitable, ne tarda pas à succomber, bien qu'elle reçût une subvention de l'Etat. Ce dernier finit par prendre l'exploitation à son propre compte.

Survinrent ensuite quelques spéculateurs américains, mais ces derniers ne disposaient point des capitaux nécessaires et toute l'entreprise alla à vau-l'eau. Enfin, il y a deux ans, un consortium danois entra en négociations avec le gouvernement en vue de la création d'une société par actions. Cette société est aujourd'hui constituée avec une moitié de son administration supérieure installée à Copenhague et l'autre moitié à Bangkok. Elle a obtenu le monopole, pour une période de quarante années, de l'éclairage électrique de la capitale du Siam. L'acte de concession oblige le gouvernement à employer les services de la Société pour l'éclairage des rues de la ville et des palais officiels. Comme Bangkok renferme une population de 700 000 âmes avec une énorme quantité de palais et d'édifices publics, une pareille clause ne laisse pas d'avoir son importance. En outre, les conditions spéciales que l'on rencontre sous les tropiques contribuent à rendre rémunératrice l'industrie de l'éclairage électrique au Siam. Outre qu'elle ne donne pas la chaleur que développent les autres modes d'éclairage artificiel, la lampe électrique trouve là un emploi particulièrement avantageux de ce chef que, dans une ville comme Bangkok, toutes les portes et fenêtres demeurent constamment ouvertes et créent de violents courants d'air. De plus, les nuits sont généralement très sombres et durent, pendant toute l'année, depuis six heures du soir jusqu'à six heures du matin; et les indigènes, habitués à la lumière éblouissante du soleil, ont cherché depuis un temps immémorial, par tous les moyens, à transformer la nuit en jour. La lumière électrique leur permet, aujourd'hui, d'obtenir ce désideratum. L'énergie électrique trouve encore son emploi, à Bangkok, comme force motrice dans de nombreuses opérations industrielles, ainsi que pour l'alimentation des ventilateurs (punkas).

La Société d'éclairage électrique de Bangkok a été fondée au capital d'un demi-million de ticols environ. Elle a eu, dans le dernier semestre, un mouvement de fonds d'à peu près 121 000 ticols, avec une recette nette de 36 416 ticols. Sur cette dernière somme, elle a réparti entre ses actionnaires, comme bénéfices pour le semestre du 1er janvier au 30 juin 1900, une somme de 22 267 ticols, ce qui représente 4 pour 100 du capital social. »

G.

Statistique des tramways électriques d'Allemagne pour 1900.

L' « Electro-Tekniker » de Vienne donne les détails ci-après sur la situation actuelle des tramways électriques en Allemagne : En 1900, il y avait des lignes électriques de tramways en exploitation dans 299 villes ou districts; en outre, d'autres lignes étaient en construction ou même déjà complètement construites dans 28 autres villes ou districts. Au 1er septembre 1900, les tramways électriques présentaient une longueur totale de 2868 km, avec 4254 km de voies, 5994 voitures automotrices et 3962 voitures de remorque. Les lignes encore en construction devaient donner à la longueur totale ci-dessus une augmentation de 164 km, avec 265 km de voies. Les machines affectées à l'exploitation avaient une puissance totale de 75 608 kw; à ce dernier chiffre, il faut ajouter 16 890 kw fournis par des batteries d'accumulateurs. La consommation moyenne des machines a été de 19,9 kw par km de ligne et de 15,1 kw par voiture automotrice. A Barmen, où se trouve la plus forte rampe, 20 pour 100, la consommation de courant s'élève à 37,2 kw par kilomètre de ligne et à 16,3 kw par voiture automotrice. La consommation la plus faible du courant a été constatée : par kilomètre de ligne à Bremer-



haven, 6,6 kw; par voiture automotrice à Dresde, 4,4 kw. Les voyageurs transportés ont été au nombre de près de cent millions. Les recettes brutes ont atteint le chiffre de 12 941 000 marks. G.

-oo-

Un tramway électrique à Sofia (Bulgarie).

L' « Electro-Tecknniker » de Vienne publie l'information suivante :

« Sofia a inauguré, le 29 janvier dernier, le premier tramway électrique qui ait été construit en Bulgarie. Quelques jours auparavant, la même ville avait inauguré son éclairage électrique. M. Bertolus, ingénieur français, qui a obtenu de la municipalité, pour une période de quarante ans, la concession de l'éclairage et du tramway, est parvenu à utiliser la forte chute du cours d'eau voisin, l'Isker, pour la production de l'énergie électrique. Un bras important de ce cours d'eau, à 14 km environ de Sofia, a été capté au moyen d'un tunnel de 1380 mètres de longueur; on a ainsi obtenu une chute de 51 mètres d'une puissance de 3000 chx. M. Bertolus a cédé à la « Société des grands Travaux de Marseille » sa concession d'éclairage et abandonné l'exploitation du tramway au « Trust Franco-Belge des tramways de Sofia ». Chacune de ces entreprises a dépensé les sommes respectives de 4 millions et 3 500 000 francs. La municipalité de Sofia paye son éclairage au prix raisonnable de 0,18 fr par kilowatt-heure. Quant au tramway, il a un développement de 20 km. Le matériel nécessaire a été fourni par les pays suivants : Belgique (voitures, dynamos, turbines); Allemagne (voitures, machines à vapeur et câbles souterrains); Amérique (rails) et France (câbles en cuivre pour le tramway). Après expiration de la concession, l'ensemble des installations reviendra à la municipalité. »

G.

-oo-

Chemin de fer électrique transpyrénéen.

Un ingénieur de Barcelone vient d'élaborer le projet d'installation d'un chemin de fer électrique qui franchirait les Pyrénées et se rendrait, par la vallée d'Aran, de Lérida en France. Le point culminant de la chaine de montagnes, sur le parcours adopté, serait franchi par un tunnel de 3800 mètres. On empruntera la force motrice nécessaire : en territoire français, à plusieurs chutes d'eau de la Garonne et, en territoire espagnol, à la rivière Noquera Ribagorzana. Une société allemande serait disposée à se charger de l'exécution des travaux.

-oo-

La traction électrique en Russie.

La société russe d'électricité « l' Union », de Saint-Pétersbourg, vient d'ouvrir à l'exploitation un chemin de fer électrique qui relie la ville de Lodz : d'une part à Zgierz, et, d'autre part, à Pabjanice. Ces deux dernières localités se trouvent séparées de Lodz par des distances respectives de 15 et de 8 verstes. C'est là le premier chemin de fer électrique construit en Russie pour le transport, d'une ville à l'autre, des voyageurs et des marchandises.

-oo-

Chemin de fer électrique de Milan à Galarate.

Cette ligne, d'un développement de 25 milles anglais, a une double voie. De Galarate se détachent trois embranchements, chacun à une seule voie, dont l'un, de 16 milles de longueur, se rend à Arona; le deuxième, de 19 1/2 milles, aboutit à Lugano, et le troisième, de 21 milles, a son point terminus à Porto Ceresio.

Toutes ces lignes fonctionnent encore à la vapeur; mais, dès que la traction électrique sera définitivement installée, les locomotives à vapeur actuelles seront mises hors service. Les trains se succèderont de douze en douze minutes sur la ligne principale; quelques-uns seront express. Sur les embranchements, les mêmes trains circuleront d'heure en heure dans chaque sens.

On se propose de mettre en marche 20 voitures automotrices, avec un nombre égal de voitures ordinaires : les véhicules de la première catégorie pourront recevoir 75 voyageurs, et ceux de la seconde 99. Les voitures automotrices sont à bogies et comportent chacune 4 moteurs. Les trains-express doivent franchir la distance entre Milan et Galarate en trente minutes; ce qui correspond à une vitesse de 50 milles par heure. Tous les calculs, quant à la consommation du courant, sont basés sur une évaluation de 104 watts-heure par tonne et par mille.

L'énergie nécessaire sera produite et transmise sous forme de courants triphasés, puis transformée en courant continu. La station génératrice doit être installée à Fornavento, à 7 milles de Galarate. En outre, une puissance hydraulique de 11 000 chx sera empruntée au Tessin.

On prévoit une installation auxiliaire de machines à vapeur, qui constituera une réserve. Les trois machines à vapeur, d'une puissance maximum de 2000 chx, seront chacune accouplées avec une génératrice polyphasée de 750 kw. Le courant, produit sous une tension de 13 000 volts, sera transmis à Galarate par deux conducteurs aériens de 7,3 mm de diamètre. Cinq sous-stations seront pourvues de transformateurs et de convertisseurs. Trois de ces sous-stations auront chacune deux convertisseurs de 500 kw, et chacune des deux autres un convertisseur de 250 kw. La canalisation primaire est aérienne et suit la voie. Là où la voie est en tunnel, on a détourné la ligne à haute tension. Les appuis sont constitués par des poteaux en bois.

Ces poteaux se succèdent à des distances de 130 pieds; ils sont munis de consoles en fer qui supportent les isolateurs. Chaque console porte un chapeau en porcelaine sur lequel est monté l'isolateur proprement dit. Une distance de 20 pouces sépare les deux fils.

Le courant, à la tension réduite de 650 volts, est amené aux voitures automotrices par un troisième rail. Ce dernier, qui a la forme d'un rail Vignoles ordinaire, pèse 91 livres par yard. Il repose sur des isolateurs spéciaux qui se succèdent de 89,5 en 89,5 pieds, à une distance de 2 pieds 2,5 pouces du rail porteur le plus rapproché.

Aux points de croisement, le troisième rail est naturellement interrompu et remplacé par des câbles souterrains qui assurent la continuité du circuit. Enfin les rails de roulement sont utilisés comme conducteurs de retour. G.

-oo-

La lampe électrique Auer à osmium.

A propos de la nouvelle lampe électrique à osmium de M. le docteur Auer von Welsbach, M. Scholz, ingénieur, a fait, le 23 janvier 1901, devant l'assemblée générale extraordinaire de la Société allemande par actions pour l'éclairage au gaz et par incandescence, une conférence de laquelle l'*Elektrotechnische Zeitschrift* de Berlin reproduit l'extrait suivant :

« L'expérience en matière d'éclairage nous apprend que, d'ordinaire, une source lumineuse fonctionne d'autant plus économiquement que sa température est plus élevée. C'est pourquoi, au fil de platine de la première lampe électrique à incandescence d'Edison, on a substitué le filament de charbon, moins volatil. Mais les techniciens ne s'en sont point tenus là. Ils cherchent à découvrir un corps capable de résister aux températures élevées et plus propre à la production de la lumière. L'osmium se prête tout particulièrement à ce rôle, car de tous les métaux, c'est lui qui présente le plus haut point de fusion. Son emploi comme fil lumineux n'est devenu possible que dans ces tout derniers temps, depuis que M. le docteur Charles Auer von Welsbach a réussi à produire des filaments d'osmium, métal que l'on ne connaissait jusqu'ici que sous forme d'une poudre cristalline et spongieuse ou que l'on obtenait encore, après sa fusion dans l'arc électrique, à l'état de corps cassant, dur, réfractaire à toute manipulation. Un filament d'osmium est conducteur : on peut donc utiliser une lampe à filament d'osmium tout comme la lampe à filament de charbon, en l'insérant dans un circuit électrique sans recourir à l'emploi d'un dispositif auxiliaire. Les avantages d'un corps aussi résistant en ce qui concerne l'éclairage, consistent en ce que, à consommation égale d'énergie électrique, la lampe à osmium développe une puissance lumineuse plus élevée que celle de la lampe à filament de charbon. En d'autres termes, à éclairement égal, la lampe à osmium donne une économie d'énergie électrique par rapport à la lampe à filament de charbon, ou bien, alors que la lampe à filament ne doit déjà être mise hors de service dans la pratique la lampe à osmium peut encore fournir, pendant longtemps, un fonctionnement parfaitement suffisant. Les lampes à osmium qui consomment 1,5 watt par bougie ont une longue durée qui atteint souvent 700 heures, parfois 1000 heures et même 1200 heures et plus. Une de ces lampes qui avait fourni 1500 heures d'éclairage, a été reconnue à l'examen absolument intacte; en outre, elle n'avait perdu que 12 0/0 de son pouvoir éclairant primitif. Elle avait consommé au début 1,45 watt par bougie, puis 1,7 watt après 1500 heures de service. Quand l'ampoule de la lampe à osmium s'est quelque peu noircie, on peut facilement et à peu de frais la rendre transparente sans avoir à renouveler ni le filament, ni l'ampoule. En raison de la conductibilité de l'osmium, qui est supérieure à celle du charbon, la nouvelle lampe à osmium exige une tension moindre. On l'a jusqu'ici construite pour des tensions de 20 à 50 volts. Mais comme la plupart des stations électriques centrales tendent à adopter les tensions de 100 à 220 volts, si l'on veut employer la lampe à osmium sur les réseaux ordinaires de distribution, il faudra monter en série plusieurs lampes ou abaisser la tension. Dans ce dernier cas, chaque lampe pourra fonctionner isolément. Là où la station centrale d'électricité fournit un courant alternatif ou des courants polyphasés, la tension est abaissée dans les maisons mêmes ou dans des sous-stations spéciales au moyen de transformateurs; par suite, la tension des courants polyphasés peut être réduite sans difficultés particulières et sans frais importants à la tension requise par la nouvelle lampe. Enfin, alimentée par des accumulateurs, la lampe à osmium, se prêtant tout spécialement aux basses tensions, trouvera un emploi fréquent; de plus, par suite de sa consommation minime d'énergie qui permet de réduire le poids des batteries d'accumulateurs, elle va probablement faciliter l'application de l'éclairage électrique aux voitures ordinaires et notamment aux voitures de chemins de fer. »

Après sa conférence, M. Scholz a montré à ses auditeurs quatre lampes à osmium, chacune de 25 volts, montées en série, parallèlement à quatre lampes ordinaires à incandescence de 100 volts et l'on a pu constater que l'éclairement obtenu était le même. Les lampes à osmium consommaient 0,96 ampère, alors que les lampes ordinaires à incandescence absorbaient 2,40 ampères : la lampe à osmium fonctionne donc avec une économie d'énergie de 60 0/0. De plus elle développe beaucoup moins de chaleur. Le conférencier a ajouté que les lampes à osmium se construisent actuellement pour toutes intensités depuis 2 jusqu'à 200 bougies. — G.

Un réseau de câbles sous-marins néerlando-allemands.

Suivant la « Deutsche Wochenzeitung », on songerait actuellement, en Hollande et en Allemagne, à construire un vaste réseau de câbles, commun aux deux pays, qui échapperait au contrôle britannique. Il s'agirait de faire partir, d'un point à déterminer de l'Inde néerlandaise, un câble principal qui se rendrait à Shanghaï; puis, de Shanghaï, des embranchements se détacheraient vers le nord (Kiaou-Tchéou), vers l'est (Japon et Amérique) et vers le sud (Archipel Indien). La ligne du sud toucherait les lignes Bismarck et Carolines, inclinerait ensuite à l'ouest et, sans toucher aucune possession britannique, se prolongerait par l'Inde néerlandaise jusqu'aux îles Natuna où se trouvera le point terminus du câble néerlando-indien. Dans l'exécution de ce projet, le gouvernement hollandais se chargerait de construire les trois câbles suivants : 1° L'un allant des îles Natuna à Pontianak, Billiton, Palembang avec raccordement à la ligne terrestre intérieure qui passe par Kalianda, Anjer et aboutit à Batavia; 2° Un deuxième câble se rendant directement de Palembang à Batavia; 3° enfin, le troisième câble rattacherait Macassar à Ambon. A partir d'Ambon, l'Allemagne prolongerait ce dernier câble jusque dans ses possessions de la Nouvelle-Guinée, où se ferait la soudure avec la ligne principale. On croit généralement que l'Allemagne va se mettre incessamment en devoir d'exécuter les travaux qui lui incombent dans la réalisation de ce vaste programme. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

LE CHEMIN DE FER MONORAIL SUSPENDU

DE BARMEN A ELBERFELD ET VOHWINKEL

L'encombrement des rues des grandes villes par les véhicules de toute sorte, le développe-

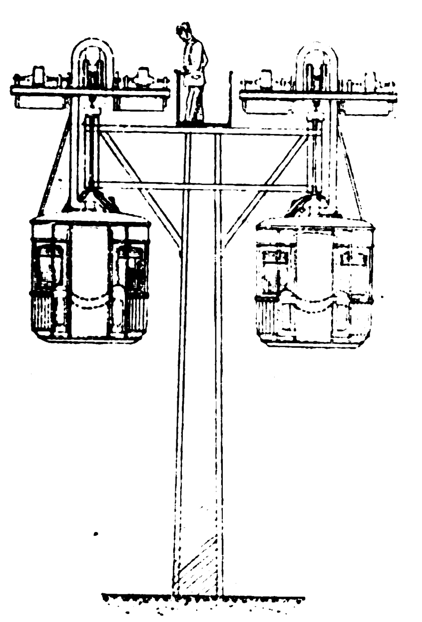


Fig. 1. — Monorail système Enos.

ment rapide des moyens de transport particuliers aussi bien que des transports en commun

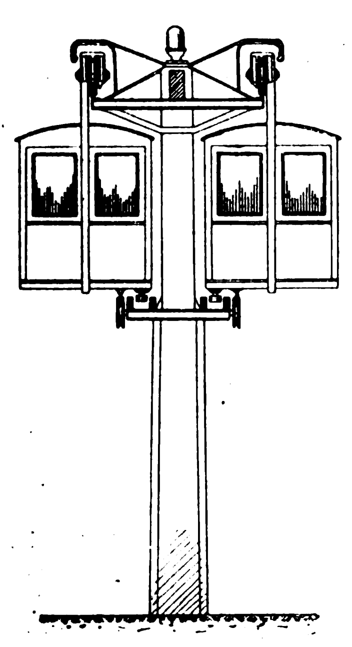


Fig. 2. — Monorail système Perlay-Hale.

ont conduit à déplacer le niveau de la circulation et à créer les chemins de fer aériens ou souterrains. Affranchies des entraves que peut créer la circulation préexistante, les lignes ainsi établies permettent des vitesses plus élevées et assurent une observation plus exacte des horaires.

Le type de voie « monorail » se rencontre assez fréquemment dans les récents projets de

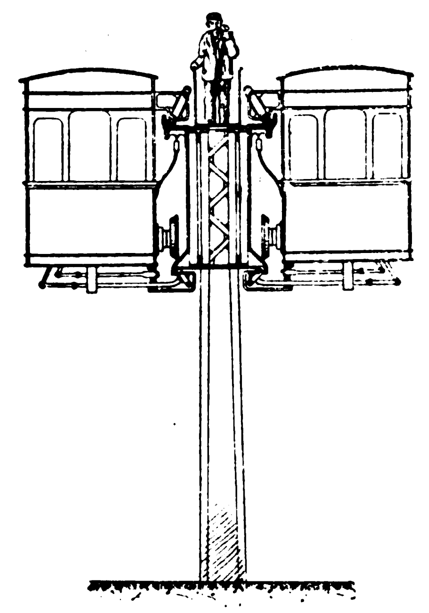


Fig 3. — Monorail système Cook.

chemins de fer aériens. Sans vouloir établir ici un parallèle entre les deux rails et le rail unique

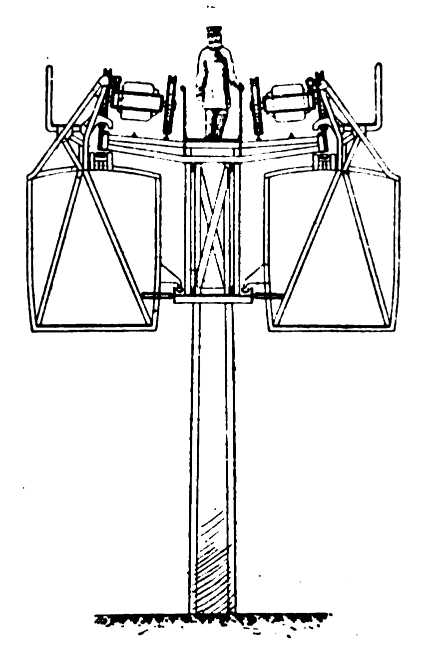


Fig. 4. — Monorail système Dietrich.

nous admettrons, avec ceux qui préconisent ce dernier, que le monorail peut être établi avec des courbes à plus faible rayon; que, convena-

blement étudié, il offre une grande sécurité contre les déraillements et, qu'enfin, le prix d'établissement de la voie peut se trouver notablement moins élevé.

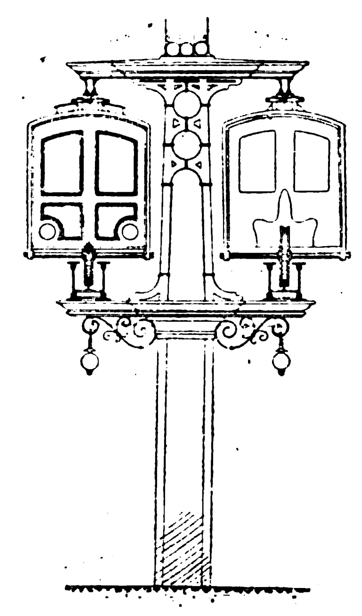


Fig. 5. — Monorail système Beyer.

Les figures ci-après (1 à 9) montrent les principaux types de monorails qui ont été proposés jusqu'ici. Dans le système Enos (fig. 1) et

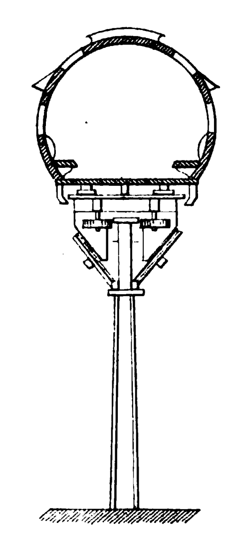


Fig. 6. — Monorail système Meigs.

Perlay-Hale (fig. 2), le centre de gravité de la voiture se trouve au-dessous du rail porteur, la position du véhicule étant déterminé par des galets-guides qui se trouvent soit au-dessus, soit au dessous de la voiture. Dans les systèmes Cook (fig. 3) et Dietrich (fig. 4), le centre de gravité est situé latéralement; dans les systèmes Beyer (fig. 5), Meigs (fig. 6), Lartigue (fig. 7) et Behr (fig. 8), le centre de gravité est au-dessus du rail porteur.

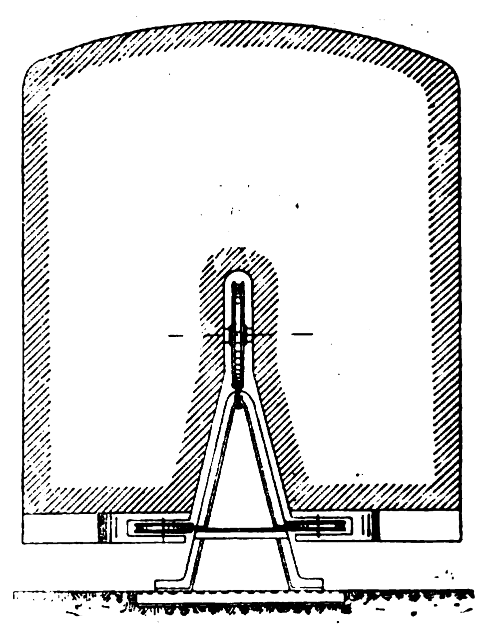


Fig 7. — Monorail système Lartigue.

On remarquera d'ailleurs que la plupart de ces systèmes s'éloignent notablement de la stricte définition du monorail, attendu qu'à côté du rail principal, ils comportent un ou plusieurs rails-guides.

Le système Eugène Langen, que représente

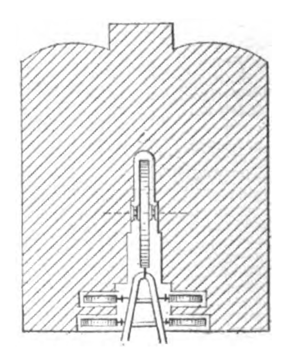


Fig. 8. — Monorail système Behr.

schématiquement la figure 9 et qui se trouve appliqué sur la ligne de Barmen-Elberfeld-Vohwinkel, est au contraire un véritable monorail. Il est caractérisé par ce fait que la voiture est *librement suspendue* à la voie, et que sa position se trouve déterminée uniquement par la pesanteur ou par la résultante de la force centrifuge et de la pesanteur.

Il s'ensuit que, lorsque le véhicule franchit

une courbe de rayon R, à la vitesse V, il s'incline d'un angle φ tel que :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{F}{P}$$

F étant l'effort centrifuge et P le poids de la voiture.

Or $$F = \frac{MV^2}{R} = \frac{PV^2}{gR}$$

d'où $$\operatorname{tg}\varphi = \frac{V^2}{gR}$$

Si R = 100 m et V = 80 km à l'heure, tangente φ = 0,5. Sans aller à ce cas extrême, on

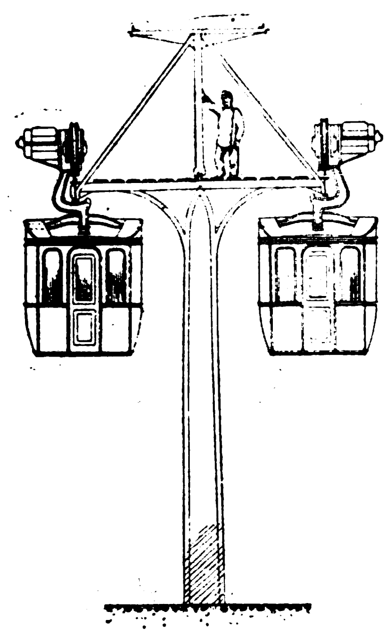


Fig. 9. — Monorail système Langen.

voit que la voiture peut prendre des inclinaisons assez importantes et on conçoit que, avant de faire une application, il était intéressant de se rendre compte, par des expériences préalables, des effets que pouvait produire cette libre inclinaison.

Un premier essai fut donc entrepris à Cologne, en 1893; cet essai eut lieu avec une voie suspendue à deux rails, mais qui fut bientôt abandonnée pour la voie à rail unique, voie qui se composait de deux alignements de 20 m de long, réunis par des courbes de 9,50 m de rayon. Sur cette voie provisoire, on put atteindre la vitesse de 25 km à l'heure et la voiture s'inclina de 25 degrés sans que les voyageurs fussent nullement incommodés. Les oscillations de la voiture furent d'ailleurs trouvées moins désagréables que les mouvements d'un wagon de chemin de fer qui roule sur deux rails imparfaitement nivelés.

C'est à la suite de ces essais que fut décidée la construction de la ligne d'Elberfeld à Barmen et Vohwinkel, dont la longueur totale est de 13,3 km. Sur une longueur de 10 km, la ligne est posée au dessus d'une rivière, la Wupper, affluent du Rhin, dont la largeur varie entre 20 et 35 m. La courbe minimum en pleine voie a 90 m de rayon; mais il existe une courbe de 30 m au voisinage d'une station et des courbes de 8 m sur des voies de garage. La rampe maximum est de 45 0/0. La vitesse effective est de 50 km à l'heure; la durée de la mise en vitesse est de 15 secondes et la vitesse commerciale est de 33 km, le nombre de stations étant de 20.

La *Continentale Gesellschaft für Elektrische Unternehmüngen*, qui exploite les brevets Langen, avait du reste exposé en 1900,

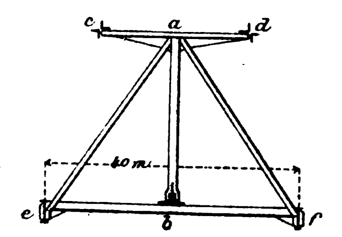


Fig. 10. — Section de la charpente métallique en voie droite.

à Vincennes, un tronçon de ligne ainsi qu'une voiture.

La structure générale de la charpente métallique qui supporte les deux files de rails se trouve représentée figure 10. C'est une poutre en treillis *ab*, dont l'aile supérieure *cd* et l'aile inférieure *ef* sont elles-même deux poutres posées horizontalement. La partie *ab* résiste aux efforts verticaux; les parties *cd* et *ef*, réunies par une triangulation, supportent les efforts horizontaux et de torsion. Les deux files de rails sont posées en *e* et en *f*, sur les deux rives de la poutre horizontale. Le tout est supporté à la hauteur convenable soit par des pylônes droits passant par l'axe (fig. 11)[1] soit par des arceaux, soit enfin — et c'est le cas au-dessus de la rivière — par des palées qui s'appuient sur les rives (fig. 12). La distance de ces supports est en moyenne de 30 mètres. L'écartement horizontal des montants verticaux des arceaux est de 11,40 m. La distance horizontale entre les assises des palées va jusqu'à 30 mètres. L'écar-

[1] Cette figure représente le tronçon de ligne exposé à Vincennes.



tement normal des deux rails est de 4 mètres. De distance en distance (tous les 200 ou 300 mètres) un pylône plus important est destiné à résister aux efforts horizontaux, alors que les

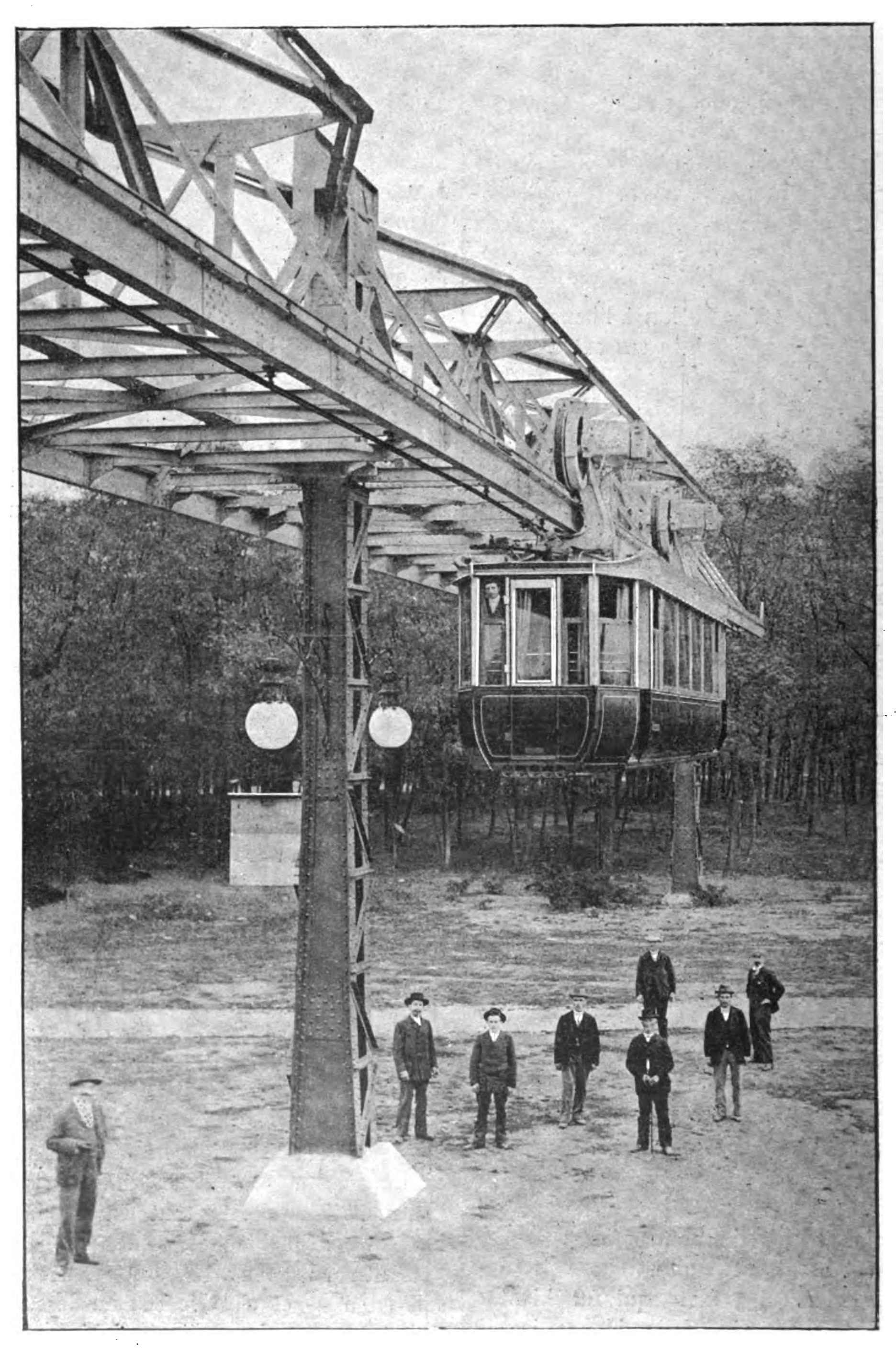


Fig. 11. — Tronçon de ligne du monorail Langen exposé à Vincennes.

supports intermédiaires peuvent se prêter aux déplacements dans le sens longitudinal. A mi-distance entre ces pylônes, un joint permet la libre dilatation.

Dans les courbes, la poutre inférieure *ef* seule épouse le tracé exact; la poutre supérieure *cd* reste droite (fig. 13).

Les stations sont également établies sur charpente métallique combinée avec les palées qui supportent la voie. Les quais qui donnent accès

aux voitures sont extérieurs aux voies; un plus grand écartement des rails (fig. 14) permet d'ailleurs d'avoir des quais de milieu. La ligne se termine à chaque extrémité par une raquette de 8 mètres de rayon qui évite d'avoir à tourner les voitures. Des aiguilles pivotantes ont été également établies à la station de Vohwinkel, et au jardin zoologique d'Elberfeld.

Les rails sont du type Haarmann et pèsent 24 kg le mètre. Leurs extrémités se recouvrent

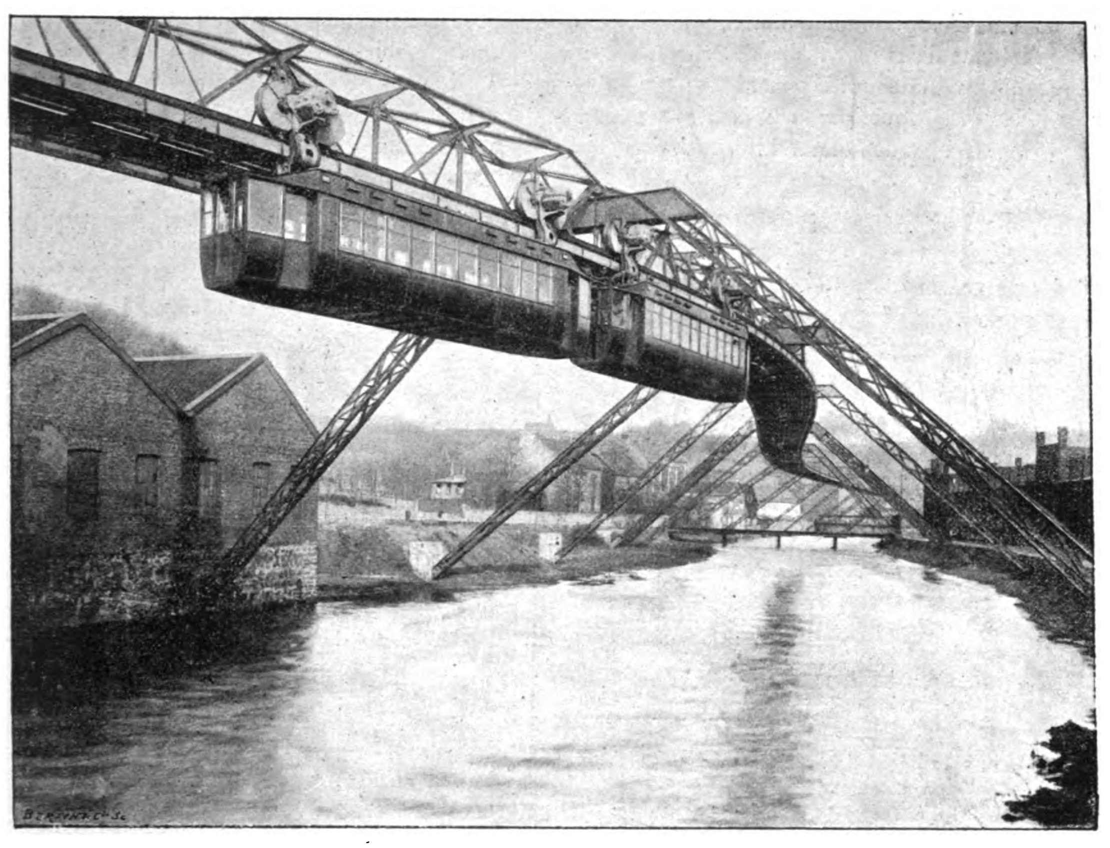


Fig. 12. — Monorail Langen. Ligne de Barmen à Elberfeld.

partiellement à l'endroit des éclissages, en vue d'éviter les chocs. La surveillance de cette ligne, ainsi que celle des conducteurs électriques, est

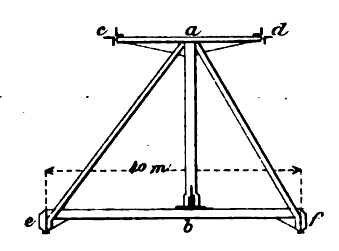


Fig. 13. — Section de la charpente métallique dans les courbes.

facilitée par l'existence d'un plancher à claire-voie, qui permet la circulation au niveau de la ligne. Les voitures, construites par van der Zypen et Charlier, ont 11,45 m de long, 2,10 m de large; elles contiennent 50 places, dont 30 assises. Elles sont divisées en deux classes, et la figure 15 en montre une vue intérieure. Elles sont pourvues de portes latérales qui donnent accès aux voitures dans les stations

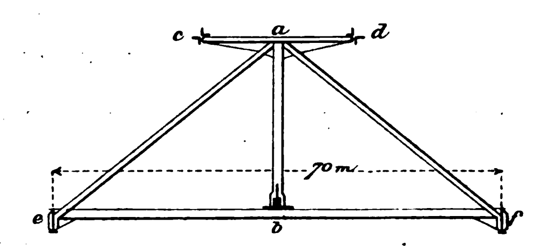


Fig. 14. — Section de la charpente métallique dans les stations ayant un quai de milieu.

et de portes en bout, permettant de circuler sur toute la longueur du train ou, en cas de détresse, de passer dans un autre train arrivant sur la même voie.

L'ossature du véhicule est métallique. La suspension a été étudiée avec un soin tout

particulier; les dispositifs de sécurité ont été multipliés en vue de rendre impossible la chute d'une voiture autrement que par un accident d'une gravité exceptionnelle. Le véhicule entier est suspendu à deux bogies à deux roues chacun. (fig. 16 et 17). Le diamètre de ces roues est de 90 cm, l'empattement d'un bogie, 1,10 m et la distance d'axe en axe des deux bogies, 8 m. Les boîtes à huile qui reposent sur les extrémités des deux courts essieux de chaque bogie sont montées, sans aucun intermédiaire élastique, sur deux flasques en tôle d'acier qui, se recourbant comme on le voit en *n* sur la figure 18, portent le pivot sur lequel vient reposer la traverse qui supporte la voiture. Le moteur électrique qui actionne à la fois, par simple réduction, les deux roues d'un même bogie, est monté en porte-à-faux vers l'extérieur. Ce moteur, du type Schuckert, a une puissance de 36 chevaux et son pignon engrène, en même temps, avec deux roues dentées dont chacune est solidaire d'une des roues du bogie. Un cylindre

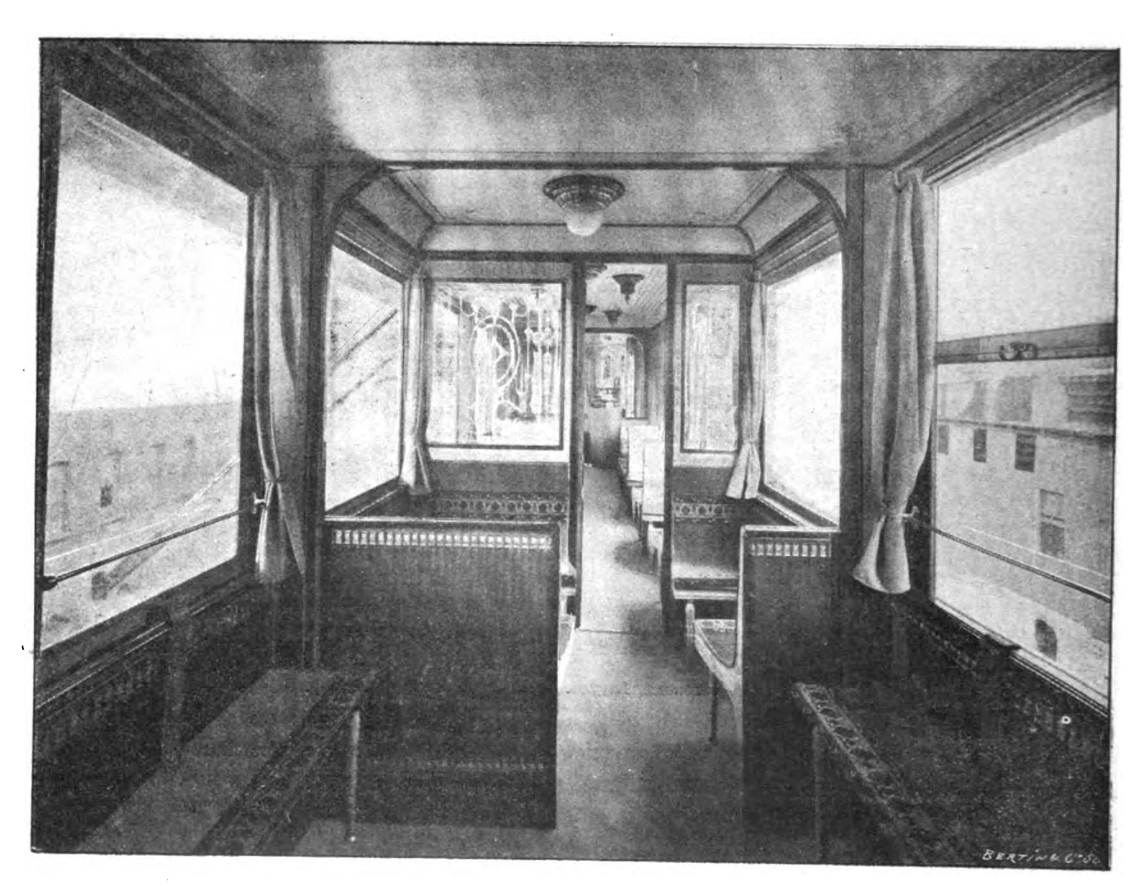


Fig. 15. — Intérieur des voitures du monorail suspendu de Barmen à Elberfeld.

à frein vertical (Westinghouse) monté entre les deux roues agit en même temps, par l'intermédiaire d'un simple balancier, sur deux leviers qui viennent presser les sabots contre les bandages. L'air nécessaire au freinage est emmagasiné, avant le départ, sous une pression de 8 kg dans un réservoir formé de cinq tubes horizontaux de 10 cm de diamètre, montés sous le plancher de la voiture qu'ils contribuent en partie à supporter. Un frein à main agit sur la même timonerie et le coupleur de manœuvre est disposé de façon à permettre le freinage électrique.

Revenons à la suspension de la voiture. On remarquera (fig. 18) que la pièce *n* porte, au-dessous de la poutre *t* qui supporte le rail *s*, une pièce munie de butées qui peut limiter l'amplitude de l'oscillation de la voiture (15° environ de chaque côté de la verticale) et que cette pièce passe au-dessous de la poutre *t* avec un jeu très faible. Ce jeu est de 7 mm et, comme la hauteur du boudin de la roue est de 30 mm, on voit que le déraillement est impossible. On remarquera encore que la partie supérieure de cette pièce *n* passe également très près de la surface de roulement du rail, de sorte, qu'en cas

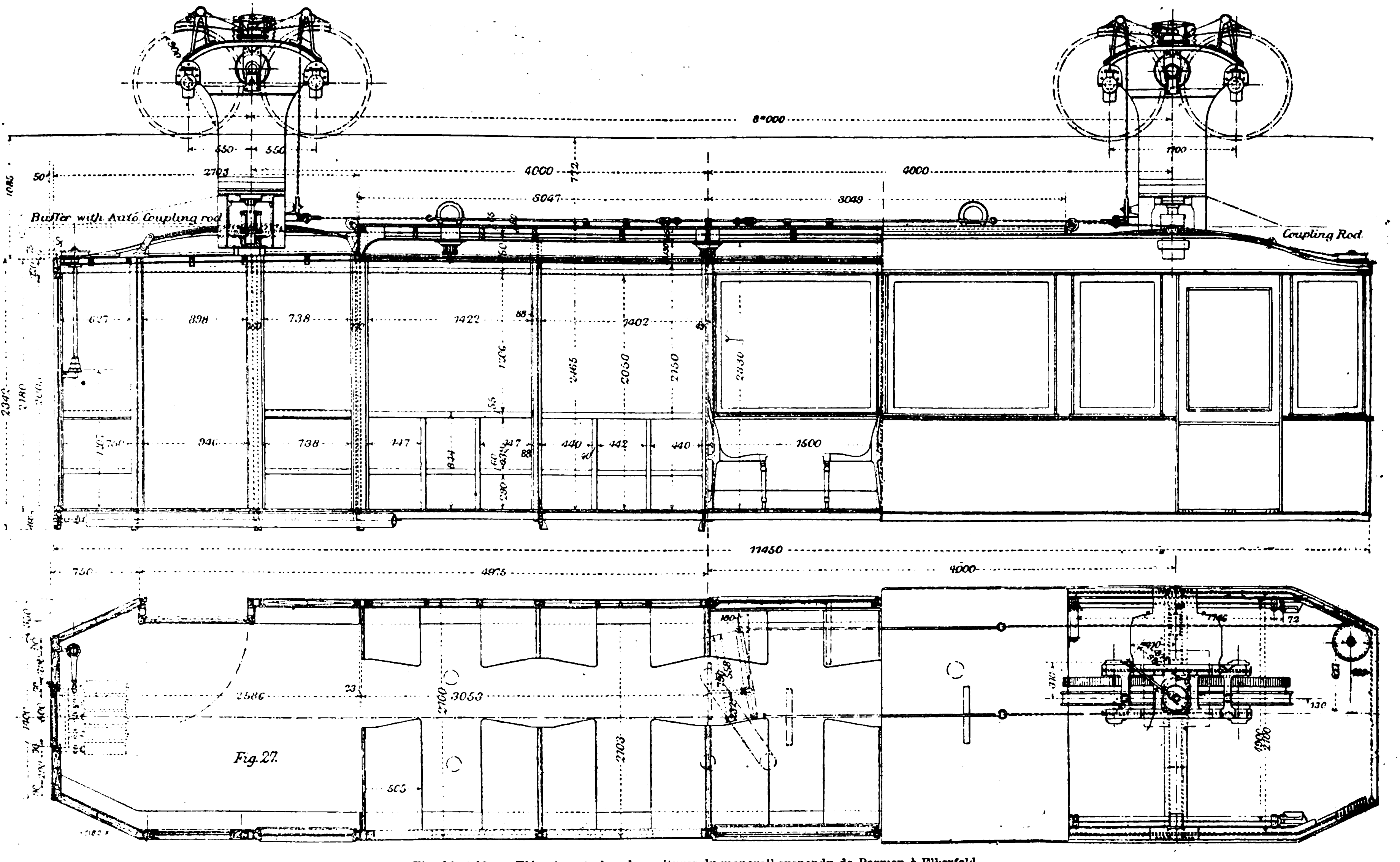


Fig. 16 et 17. — Elévation et plan des voitures du monorail suspendu de Barmen à Elberfeld.

de rupture d'un essieu, elle viendrait simplement tomber sur le rail et d'une très faible hauteur.

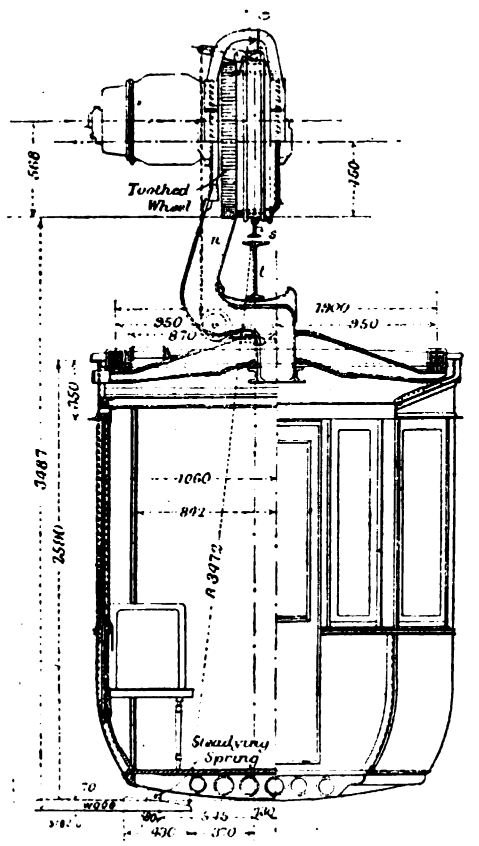


Fig 18. — Coupe des voitures du monorail suspendu de Barmen à Elberfeld.

Le pivot qui supporte la traverse permet la rotation du bogie dans les courbes, de même que la dénivellation des deux extrémités du véhicule; les constructeurs ont prévu que, en cas de rupture de la crapaudine, la traverse viendrait simplement tomber sur les fers en V solidaires de n. A chacune de ses deux extrémités, la traverse porte un des ressorts de suspension de la voiture. Là encore, il fallait prévoir la rupture possible de ce ressort; les deux extrémités de la traverse s'engagent donc, avec le jeu nécessaire, dans deux ouvertures pratiquées dans l'ossature de la caisse, de sorte que la rupture du ressort n'aurait d'autre effet que de faire reposer directement la caisse sur la traverse.

Toutes les voitures sont automotrices. Elles sont réunies électriquement par des câbles qui complètent les pièces d'attelage, la commande se faisant par la voiture de tête. Les autres voitures ne sont munies que d'un coupleur rudimentaire, pour les manœuvres en gare.

Le courant est amené sous 530 volts par un petit rail en fer fixé à des isolateurs obliques. Le retour se fait par les rails de roulement. Les figures 19 et 20 montrent les détails du frotteur de prise de courant. C'est une sorte de patin F, dont la surface frottante est constituée par une dizaine de bandes de bronze fixées à une semelle, le tout étant monté à l'extrémité d'un court levier isolé L que deux ressorts viennent appuyer sur le rail conducteur. L'ensemble permet, bien entendu, à la voiture de suivre ses oscillations naturelles sans que la surface du patin cesse d'être en contact avec le rail.

La possibilité d'une détresse en pleine voie

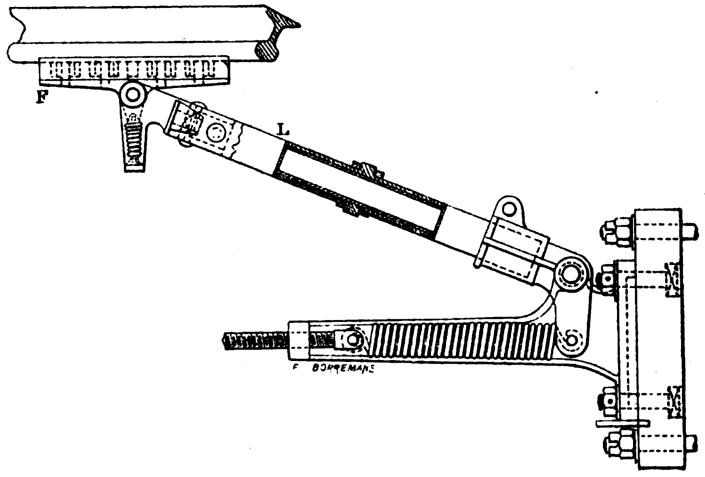


Fig. 19. — Frotteur de prise de courant. — Elévation.

constitue une objection sérieuse pour un chemin de fer de ce genre, sans communication immédiate avec le sol. Aussi toutes les précautions ont été prises pour prévenir les arrêts intempestifs. A cet effet, les deux voies sont alimentées par deux conducteurs distincts et une batterie



d'accumulateurs, installée à l'usine, peut servir de secours en cas d'accident aux machines. En cas d'accident sur une des voies, on a la possibilité de recueillir les voyageurs par un train de l'autre voie.

Les promoteurs du système Langen ont fondé sur l'application du principe de la libre suspension de plus amples espérances et ont envisagé son emploi pour les lignes à long parcours et à très grande vitesse. Malgré tout l'intérêt que peuvent présenter ces projets, nous nous bornerons à cet exposé d'une application réalisée, estimant qu'elle constitue déjà une brillante confirmation de la justesse d'une idée hardie et originale. Nous terminerons par l'exposé des avantages que revendiquent ceux qui se sont faits les propagateurs de ce système, en nous limitant au cas des chemins de fer urbains :

1° En raison de ce que la voiture peut franchir les courbes sans ralentir, on peut obtenir des vitesses moyennes de marche assez élevées ;

2° L'absence des chocs dans les courbes et aux joints des rails, la présence d'un seul rail qu'il est possible de poser avec une grande précision sur charpente métallique donnent aux véhicules une douceur de roulement exceptionnelle ;

3° Enfin, par suite de la simplicité de la voie, des formes judicieuses de la structure métallique, de la légèreté des voitures, le prix de revient du viaduc aérien est notablement moins élevé que dans les systèmes à double rail.

On aura une idée de la différence possible, en comparant le poids de métal employé sur la ligne que nous venons de décrire, soit 1100 kg par mètre pour des portées de 30 mètres, avec

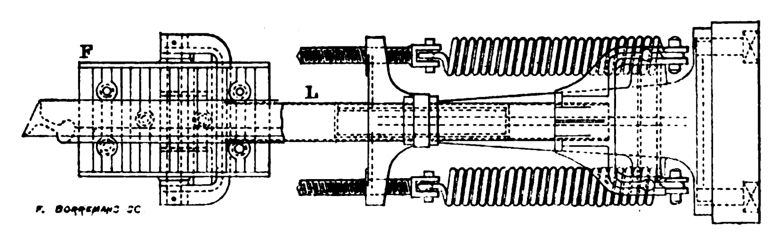


Fig. 20. — Frotteur de prise de courant. — Plan.

celui du tramway de Berlin, qui nécessite 1400 kg par mètre avec des portées de 16,50 m seulement.

F. Drouin.

ISOLEMENT DES TOLES DE NOYAUX D'INDUIT

Pour isoler entre elles les tôles des noyaux feuilletés, on emploie généralement du papier spécial très mince, collé ou non sur la tôle, ou du vernis isolant appliqué sur une ou deux faces de chaque tôle, ou encore de la gomme laque. L'épaisseur moyenne de ces isolants est de 0,05 mm.

J'ai soumis à l'épreuve de la pratique un moyen qui présente sur les procédés ci-dessus un double avantage : il met en œuvre des matières moins coûteuses et permet un montage plus rapide des tôles. J'enduis l'une des faces de graphite dilué dans de l'eau ; j'ai employé dans les essais dont les résultats sont relatés plus loin, du graphite vulgaire, sous forme de plombagine ordinaire du commerce. On peut enduire les tôles de plusieurs noyaux d'induit de 100 kw avec un paquet de plombagine du prix de 10 centimes.

La conductance relative du graphite permet de l'employer comme isolant dans ce cas où les forces électromotrices en jeu sont très faibles.

Les essais ont été exécutés dans les superbes usines que vient d'inaugurer l'Aktien Gesellschaft « Deutsche Elektrizitæts Werke » ancienne maison Garbe, Lahmeyer et C° d'Aix la-Chapelle. Ces Messieurs voudront bien agréer ici mes vifs remerciements. Le noyau de l'armature a été formé en empilant simplement les disques et en déposant rapidement au pinceau une couche de graphite en suspension dans l'eau que l'on a laissé sécher. L'induit a été ensuite bobiné comme celui identique qui a servi de comparaison.

Pour appliquer le procédé en grand, il serait facile d'imaginer une machine qui enduirait les tôles, comme on le fait déjà d'ailleurs pour y déposer de la colle, de la dextrine ou du vernis. — Puis les tôles passeraient automatiquement dans une région où un courant d'air chaud les sécherait rapidement. — On les amènerait ensuite sous des brosses qui leur donneraient le brillant que l'on obtient en frottant de graphite les calorifères.

Ces deux dernières opérations ne sont pas indispensables, mais contribueraient à rendre plus adhérente la couche isolante, en même temps qu'elles en diminueraient encore l'épaisseur.

Le même moyen peut être utilisé pour toutes les pièces où la production des courants de Foucault doit être évitée.

Voici le résultat des essais d'Aix-la-Chapelle. Les deux induits identiques de 6 kw avaient 260 mm de longueur.

1. *Volume de fer perdu.* — Le noyau isolé au papier comportait 435 tôles de 0,55 mm d'épaisseur, soit 239,25 mm de fer. L'épaisseur totale de l'isolant était donc de 20,75 mm, soit 8 0/0 de l'épaisseur totale.

Le noyau isolé au graphite comportait 455 tôles, soit 20 de plus. L'épaisseur de l'isolant était donc de 10 mm, soit 3,85 0/0.

On gagne donc 4 0/0 sur le volume de fer et c'est la principale cause de la supériorité des résultats que nous allons constater.

2. *Courants de Foucault.* — Les deux induits étaient bobinés pour obtenir une différence de potentiel de 110 volts à la vitesse angulaire de 1200 tours par minute. Ils ont été éprouvés à 220 volts à la vitesse angulaire de 2000 tours par minute pendant 2 heures 45 minutes.

L'élévation de température de l'induit avec papier fut trouvée de 75° C.

Celle de l'induit avec graphite fut de 78° C.

3. *Perles totales.* — Le graphique ci-après, relevé à Aix-la-Chapelle, montre que le nombre de watts nécessaires pour la marche à vide est supérieur dans l'induit avec papier d'environ 4,3 0/0. Il est à noter que dans ces petits induits de 6 kw, les résistances mécaniques ont une importance proportionnellement plus grande ; les résultats seraient certainement plus frappants avec de puissantes machines.

4. Les *caractéristiques* à circuit ouvert montrent bien que la saturation de l'induit avec tôles isolées au graphite ne se produit que notablement plus loin.

Les ateliers de construction d'Oerlikon, qui ont fait un essai de ce système, m'ont écrit à la date du 26 juin dernier :

« Les essais faits avec deux moteurs ont démontré qu'avec votre isolement au graphite le rendement industriel était supérieur d'environ 0,45 0/0. Mais cette valeur peut être de l'ordre des erreurs de mesure ou encore le résultat du hasard. Il ne serait permis de conclure qu'après des essais sur un plus grand nombre de moteurs. Néanmoins nous n'hésitons pas à vous déclarer que le seul essai que nous avons fait nous a laissé l'impression que votre invention a une influence favorable sur le rendement industriel. »

La maison Siemens et Halske se rallie à cet avis.

L'induction dans l'induit peut se calculer comme suit :

Le poids de l'induit est de 17 kg. Le poids des dents, de 9 kg. Le nombre de périodes, 20.

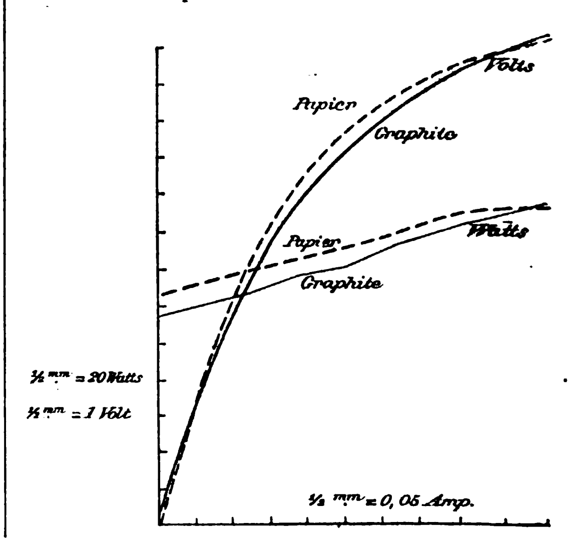
I. — INDUIT AVEC TOLES ISOLÉES AU GRAPHITE

Travail de magnétisation en watts.	Induction dans l'induit.	Induction moyenne dans les dents.
105	9 100	12 000
215	12 400	16 100
255	13 900	18 300
370	16 850	22 100
510	17 150	22 600
620	18 050	23 800

II. — INDUIT AVEC TOLES ISOLÉES AU PAPIER

Travail de magnétisation en watts.	Induction dans l'induit.	Induction moyenne dans les dents.
160	9 120	12 000
250	12 500	16 500
300	14 200	18 720
350	15 650	20 600
470	17 300	22 800
540	18 050	23 800

Le graphique ci-dessous a été tracé d'après les données expérimentales suivantes :



GRAPHITE				PAPIER			
Watts	Volts	Ampères d'excitation	Tours	Watts	Volts	Ampères d'excitation	Tours
1155	7,0	0	1200	1220	5,0	0	1210
1260	66	1,14	1200	1380	6.7	1,1	1230
1370	90	1,87	1200	1470	93	1,85	1230
1405	101	2,47	1200	1520	104	2,43	1210
1525	113	3,16	1210	1570	114	3,12	1205
1665	125	4,20	1210	1690	125	4,50	1200
1780	132	5,0	1210	1760	131	4,83	1200

Généralisation. — Sous la forme précédente, le procédé a obtenu un brevet du Patentamt. La demande primitive était plus générale. Elle comprenait une matière granuleuse quelconque et même dans une certaine mesure conductrice pour le courant électrique, introduite entre les tôles empilées. Cette matière pouvait être fixée entre les tôles au moyen d'un produit quelconque ou d'une colle ou pâte appropriée pouvant retenir les granules entre les tôles sans que l'on ait à craindre leur déplacement sous l'action des vibrations auxquelles sont soumises les armatures.

La matière granuleuse peut être du sable, du sable quartzeux, du gravier, du verre pilé, de l'émeri, du carborundun, du corindon, etc., en général toute matière pouvant être réduite en granules d'environ 0,05 millimètre de diamètre.

Le Patentamt a fait observer que l'emploi de verre pilé, etc., comme matière isolante est divulgué par les brevets américains nos 331 110 — 333 111 — 447 896 et 447 897, se rapportant à l'isolement des câbles.

Il est évident, dit le Patentamt, que cette matière peut également être employée pour isoler des tôles d'induits. Il ajoutait : « Il faudrait expliquer une contradiciion contenue dans la description. Dans l'alinéa 3, il est question d'une matière isolante qui sert encore, dans une certaine mesure, de conducteur pour l'électricité. En outre, dans la revendication première, il est fait mention de granules métalliques et dans la note du 25 août de graphite en poudre, qui ne peuvent cependant pas servir comme matières isolantes. »

L'examinateur perdait de vue que la conductibilité électrique est relative, comme le sont, d'ailleurs, tous les éléments et toutes les vérités.

Je n'ai pas insisté. J'avais, d'ailleurs, entre temps, fait des essais à Aix-la-Chapelle avec le même induit de 6 kw.

Nous avons utilisé les mêmes tôles de 55 centièmes de millimètre. Nous les avons empilées en interposant du sable blanc fin au moyen d'un tamis secoué sur chacune d'elles après placement sur l'axe, sans liant.

La hauteur, après pressage à vis, était de 260 mm; il y avait 360 plaques, donc une hauteur de fer de 200 mm; l'épaisseur totale de sable était donc de 60 mm, soit 23 0/0. Donc l'induit n'était pas assez compact.

Cela résulte surtout de ce que le sable s'amasse en plus grande quantité autour de l'arbre.

Sous l'outil, au tour, les tôles se déchirent et se plient. Au surplus, le sable s'échappe pendant la rotation.

Peut-être l'émeri fin donnerait-il de meilleurs résultats. Je n'ai pas eu l'occasion de l'expérimenter.

Félix Leconte

LES TURBINES A VAPEUR PARSONS
A ELBERFELD

Il est intéressant d'observer le développement pris par les turbines à vapeur dans bon nombre d'installations modernes et il est permis d'en déduire qu'un certain champ d'application leur est réservé, notamment dans les cas où on peut faire une surchauffe énergique de vapeur.

La construction générale des turbines à vapeur Parsons a pu être examinée à l'Exposition de 1900, où figurait un turbo-alternateur de 300 kw de dimensions relativement restreintes. Nous savons que la turbine Parsons se compose essentiellement d'une série de cylindres de diamètres croissants, portés par un arbre reposant sur deux paliers. Cette partie mobile est entourée d'une enveloppe en fonte et de deux pièces disposées elles-mêmes en gradins. La vapeur est admise parallèlement à l'axe dans l'espace laissé libre entre ces deux organes : elle entre par une seule soupape placée du côté du plus faible diamètre, de façon à se propager successivement dans des espaces progressivement croissants. L'espace entre l'enveloppe et le cylindre est à peu près rempli par des aubes qui répartissent le travail d'une manière analogue à ce qui se passe pour l'eau dans les tur-

bines hydrauliques. Le cylindre présente des aubes extérieures et l'enveloppe des aubes intérieures de même disposition radiale.

Ces dernières dirigent la vapeur sur les aubes mobiles du cylindre, les vitesses peuvent être de 1000 à 5000 tours par minute, vitesses qu'on peut atteindre avec des dynamos de disposition spéciale à conducteurs enfouis dans la masse des noyaux. Le régulateur est à commande électrique.

Des essais ont été faits sur un turbo-alternator de ce genre, d'une puissance de 1000 kw, à la tension de 4000 volts, à la fréquence de 50 périodes et à pleine charge inductive (facteur de puissance égal à 0,8).

Comme les conditions d'essais ne permettaient pas de peser l'eau d'alimentation, on pesait l'eau condensée, après s'être rendu un compte préalable de la minime différence entre les résultats donnés par les deux méthodes. La puissance exigée de la dynamo était égale à 1000 kw, sous charge inductive à facteur de puissance de 0,80, et on s'est tenu dans ces conditions d'inductivité voulue durant les essais au moyen d'un ampèremètre, adjoint au wattmètre et au voltmètre.

A toutes les charges, le voltage s'est maintenu pratiquement constant, sa variation n'étant que de 3994 à 3/4 de charge et de 4013 à 1/2 charge.

La consommation de vapeur était de 9,75 kg par kw-heure. Les essais de consommation ont été faits avec vapeur saturée à 192° C. et avec vapeur surchauffée.

1° Vapeur à 192° C. :

A la charge nominale de 1000 kw, la consommation de vapeur égale 9,75 kg par kw-heure;

A la charge de 1200 kw, c'est-à-dire avec 20 0/0 de surcharge, la consommation de vapeur est de 8,81 kg.

A 745 kw, 10,1 kg de vapeur;

A 498 kw, 11,43 kg de vapeur;

A 246 kw, c'est-à-dire avec quart de charge, 3,32 kg de vapeur;

Sans charge et sans excitation, la consommation à l'heure était d'environ 1175 kg de vapeur.

Avec excitation, 1812 kg par heure.

En étudiant l'effet des variations lentes de la charge sur la vitesse, on a trouvé que celle-ci variait de 3,6 0/0 en moyenne du vide à pleine charge, et quand cette variation de charge était assez rapide, les variations de vitesse étaient à peu près insensibles.

Entre le vide de la pleine charge, la différence de potentiel change de 4 0/0 environ à pleine charge non inductive, de 8,8 avec charge inductive.

L'échauffement au bout de 3 heures de marche à 1000 kw était :

67,4° C. pour le noyau induit;

48,5° C. pour le noyau inducteur;

52,6° C. pour la bobine inductrice.

Comme cet échauffement excède les garanties données de 40° C. en marche continue, on compte améliorer la ventilation produite.

La surchauffe de la vapeur donnerait encore de bien meilleurs résultats et on compte l'élever de 50°. Les essais avec vapeur surchauffée n'ont cependant été faits qu'avec une surchauffe de 14,3° C.

A 1000 kw, la consommation était de 9,19 kg et la garantie portait 11.

A 1250 kw, 8,63 et la garantie portait 9.

D'une manière générale, la courbe de consommation garantie dépassait celle de consommation obtenue en essais et les résultats furent trouvés très supérieurs aux garanties au-dessus de 370 kw et s'en écartent un peu par défaut au-dessous de cette puissance.

P. K. B.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 20 mars.

La haute tension et l'éclairage électrique en Angleterre. — Le *Boa d of Trade* vient de commencer à Londres une enquête relative à la tension employée par plusieurs Compagnies d'électricité pour les canalisations des abonnés Cette enquête a été commencée, sur la demande de la Compagnie Westminster Electric Supply, près des autres administrations d'éclairage électrique, qui ont eu beaucoup d'ennuis avec quelques-uns de leurs abonnés lorsqu'elles avaient voulu transformer la tension de la distribution et l'élever de 100 à 200 volts. L'avocat de la Compagnie explique à la commission d'enquête que le nombre des abonnés alimentés à 200 volts est de 5500, et que 8 seulement, disséminés dans une région étendue, déclarent ne vouloir que 100 volts. Selon les règlements actuellement en vigueur, ces huit abonnés agissent légalement, mais les compagnies supportent une perte considérable en leur fournissant une distribution spéciale à 100 volts, malgré le tarif maximum de 8 pences par unité. Cette Compagnie a déjà dépensé 45 000 livres pour opérer la transformation du voltage. Les abonnés prenant du courant à 200 volts ont bénéficié d'un rabais de 8 0/0. La Compagnie démontre que si



tous les abonnés étaient alimentés à 200 volts, elle réaliserait une économie de 157 000 livres sur le capital dépensé pendant vingt et une années. Le but de l'enquête est d'examiner si quelques personnalités peuvent impunément barrer la route au progrès de cette manière. Le professeur A. Kennedy, qui est l'expert de la Compagnie de Westminster, démontre que la transformation du voltage était désirée par la majorité et de beaucoup plus avantageuse pour tous. « C'est une erreur, dit-il, de supposer qu'il puisse exister un danger physiologique pour l'abonné, par suite d'un voltage plus élevé; de même, en présence des grandes précautions supplémentaires qui sont prises dans la pose des canalisations, le danger d'incendie n'est pas plus grand La perte d'installation de la Compagnie était d'abord de 12,5 0/0, mais si l'on pouvait alimenter tout le réseau à 200 volts, elle serait beaucoup moindre et environ de 4,5 0/0. » Le professeur Kennedy montre que, depuis 1897, il n'y a eu aucune entreprise d'électricité importante ayant un voltage de moins de 200 volts. Si le matériel est bon, il n'y a pas plus de perte par isolation avec 200 volts qu'avec 100 volts.

La Corporation de Glasgow a dépensé plus de 23 000 livres pour la conversion en haute tension, mais là aussi, d'après les déclarations de M. Chamen, l'ingénieur électricien de la ville, il se trouve environ une douzaine d'abonnés récalcitrants. Ces douze *trouble-fête* refusent absolument de payer leur consommation jusqu'à ce que la Corporation leur pose des canalisations spéciales pour eux seuls ou installent des moteurs générateurs, afin de réduire la tension. Or, à Glasgow, on compte environ 3500 abonnés. Sur ce nombre, environ 1350 sont alimentés à 200 volts et le reste à 250 volts. M. Chamen montre que cette haute tension n'est pas seulement un avantage pécuniaire pour les abonnés et pour le fournisseur, mais encore assure une très grande régularité dans la distribution. L'enquête du *Board of Trade* va probablement se prolonger pendant plusieurs semaines.

Une autre enquête, qui vient d'être faite également à l'instigation de sociétés d'éclairage électrique, est relative aux tarifs de l'énergie électrique. Le *Board of Trade* a entendu plusieurs délégués des parties intéressées. Le Conseil du comté de Londres demande que le tarif maximum soit réduit de 8 pences à 6 pences, mais à la fin de l'enquête, sir Courtenay Bayle a déclaré qu'il était certain que le *Board of Trade* ne ferait rien pour encourager l'extension de l'éclairage électrique.

On a cependant décidé que la réduction serait limitée à 7 pences par unité dans les cas ordinaires, et au maximum de 6 pences pour les districts très populeux; dans certains cas spéciaux, on pourrait alors se demander pourquoi on a conservé le tarif de 8 pences.

***

Accidents par choc électrique. — L'ingénieur du chemin de fer électrique élevé à Liverpool a récemment fait distribuer à son personnel et aux employés de très complètes instructions relatives à la manière de prévenir les accidents par chocs électriques et aussi d'agir dans le cas d'un accident semblable, de manière à secourir les victimes aussi rapidement que possible. L'usage de gants et de tapis en caoutchouc est fortement recommandé et d'autant plus justifié que la plupart des accidents, graves sinon tous, sont arrivés par suite de ce manque de précautions. Aux stations et dépôts du chemin de fer élevé à Liverpool se trouvent des armoires spéciales garnies d'un assortiment d'objets en caoutchouc. M. Cottrell, l'ingénieur, explique, dans sa circulaire, les méthodes et procédés de secours, entre autres la méthode Laborde.

***

La traction électrique à accumulateurs. — M. G. A. Grindle vient d'entretenir l'Institution des Ingénieurs Electriciens de Manchester de l'emploi des batteries d'accumulateurs sur les tramways électriques. En dépit des nombreuses villes telles que Birmingham, Chicago, Englewood, Hanovre, etc., qui ont déjà abandonné l'accumulateur, M. Grindle, qui est associé à la C^{e} de l'accumulateur Chloride, pense que l'on va aboutir à un excellent résultat pour les batteries de tramways. Il rappelle les essais de Birmingham et il montre que des batteries ont permis aux voitures d'accomplir des trajets dépassant 1 100 000 milles et qu'au point de vue du prix, toute satisfaction a été obtenue. Il cite l'adoption d'accumulateurs à New-York sur la ligne de la 34e rue et donne force détails à ce sujet relativement à la partie mécanique de l'appareillage, au système qu'il est préférable d'employer, etc... L'auteur parle ensuite très longuement de l'emploi des accumulateurs dans les stations de tramways comme à Douglas et à Loxcy et à Zurich. Dans la station de Douglas et Loxcy, la batterie est employée comme sous-station disposée à moitié chemin de la ligne; elle est alimentée par un feeder spécial de la station génératrice de Douglas, la charge s'effectuant au moyen d'un moteur générateur ordinaire disposé dans cette sous-station. Sa fonction est de supporter une partie de la charge, car à l'endroit où cette batterie est installée, la ligne est fort dure; elle sert en général à maintenir le potentiel de la ligne et ainsi à obvier à la nécessité d'envoyer le maximum de courant dans les feeders d'alimentations.

Les variations de potentiel de la batterie sont compensées par un groupe d'éléments qui sert de de régulateur. A Zurich, les accumulateurs sont installés à la station génératrice, leur principale fonction étant d'égaliser la charge sur les génératrices, de manière à permettre à des groupes de faible puissance d'effectuer l'alimentation de la ligne. La batterie dans ce cas est chargée à l'aide d'une génératrice auxiliaire reliée aux groupes principaux et le réglage s'effectue par l'entremise d'éléments qui sont intercalés ou non suivant les besoins par un commutateur automatique. Ces deux premiers exemples de l'adoption des accumulateurs dans les stations de tramways, bien que ni l'un ni l'autre ne puissent se comparer avec ce qui se fait actuellement, peuvent être considérés comme des méthodes d'emploi idéal; elles sont intéressantes à cause des progrès qui ont suivi et ont démontré, dit M. Grandle, la nécessité des accumulateurs. Il examine enfin les avantages que l'on obtient par l'installation d'une batterie dans une distribution de force motrice. En

plus des autres avantages qu'il énumère, M. Grandle ajoute qu'il n'y a pas le plus léger doute à avoir quant à l'économie qui résulte de leur emploi, tant sur le prix d'installation que sur les dépenses d'exploitation.

Une discussion a suivi cette confércnce.

***

Les conlucteurs d'aluminium pour l'éclairage électrique. — On vient d'annoncer dans la presse technique anglaise que l'emploi des conducteurs en aluminium pour l'éclairage électrique a été adopté à Northallerton et les résultats ont été peu satisfaisants. L'expérience sur des fils aériens a montré que, dans une installation en aluminium, le coût d'établissement est moindre que le prix d'une semblable en cuivre, mais après une année de service, son prix dépasse celle de toute installation avec conducteurs de cuivre. Les frais d'établissement et d'entretien sont évidemment des facteurs très importants. A Northallerton, les conducteurs partent de la station génératrice et circulent de chaque côté de la rue qui est très large. Ces deux fils ont 17 mm de diamètre. Les abonnés particuliers sont branchés directement sur ces deux fils respectivement positif et négatif. L'éclairage public par lampes à arc est monté sur le fil négatif et un fil de cuivre positif vient de la station. Les poteaux en acier sont distants de 60 m, mais la pratique a démontré qu'un fil tendeur est plus pratique, bien qu'il ne soit arrivé aucun accident. Les extrémités des conducteursd'aluminium sont réunis dans une douille de bronze. Bien qu'un courant de 200 ampères traverse la ligne au moment des surcharges, aucun incident n'est survenu. La surface des fils montre déjà des traces d'oxydation et de corrosion.

***

L'éclairage électrique et la force motrice en Angleterre. — La corporation de Newport vient d'examiner un projet d'installation d'éclairage électrique et de tramway et a décidé de l'exécuter, soit une dépense de 200 000 livres. Lorsque les grands projets de distribution de l'énergie qui étaient soumis au Parlement l'année dernière furent acceptés définitivement, on se serait aperçu que la station électrique de Newport ne serait pas suffisante pour les demandes d'énergie, aussi la corporation a-t-elle résolu d'installer, au lieu de 3 groupes de 250 kw, 3 de 500 kw et d'étendre ses canalisations dans toutes les directions. Le Bill de la Compagnie des Galles du Sud lui donne le droit de fournir l'énergie à Newport si, au bout de quatre ans, la corporation ne se montre pas capable de répondre aux besoins de la ville.

Le Conseil municipal de Saint-Pacrass, dans Londres, va procéder à l'extension de son éclairage public; on va ajouter 567 lampes à arc mettant le total à 985 lampes Le prix de cette extension va atteindre 70 000 livres.

La corporation d'Aldham a voté 157 000 livres pour de nouvelles lignes de tramways électriques et des extensions dans son éclairage.

A Sunderland. on vient de consacrer 73 000 livres à la construction d'une nouvelle station d'éclairage, la première ne suffisant plus; cette dernière alimentait à la fin éclairage et traction; on va diviser les attributions, l'une sera exclusivement pour l'éclairage, l'autre pour les tramways.

La Compagnie des chemins de fer North Eastern vient de signer un marché pour 30 grues électriques destinées à ses docks de Middlesborough; 17 d'entre elles seront de 3 tonnes et le reste de 10 tonnes. Il y aura aussi un cabestan électrique. L'énergie nécessaire sera fournie par une station génératrice que l'on installera spécialement dans ce but.

CHRONIQUE

Société des ingénieurs civils de France.

SÉANCE DU 1er MARS 1901. — M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. G. Forestier, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Membre honoraire de la Société pour son *Compte rendu des concours d'automobilisme industriel : voitures de place, voitures de banlieue, voitures de livraisons de ville et de banlieue, camions à marchandises. — Indication des prix de revient. — Notes sur les conséquences qu'ont, pour les chaussées suivies, les services réguliers d'automobiles organisées jusqu'ici.*

M. G. FORESTIER rend compte des concours qui ont été organisés pour l'Exposition Universelle de 1900, en groupant tous ceux qui ont un caractère industriel.

Les *véhicules électriques* qui ont pris part au troisième concours des voitures de place automobiles sont ceux dont la présence avait fait l'intérêt des deux premiers. Le jury a récompensé les systèmes Krieger et Jeantaud.

Le concours des voiturettes de livraison a consisté à faire exécuter pendant cinq jours par les concurrents, dans Paris, un véritable service de transports de colis postaux qui étaient laissés en divers dépôts le matin pour être repris le soir. Une seule voiture électrique, système Ricker, a pris part à ce concours ainsi qu'au concours des voitures de banlieue qui faisaient partie du quatrième concours des poids lourds.

Il faut signaler en outre les omnibus système Lombart-Gérin à trolley-automoteur qui circulaient autour du lac Daumesnil et le gros chariot de la Raffinerie Say pesant en charge 22 *t* et portant 10 *t* de charge utile qui a pris part à quelques épreuves du concours des poids lourds; le poids de la batterie était de 2,25 *t*.

Les *véhicules à essence* primés sont les fiacres Peugeot et de Raincey, les voiturettes de livraison portant 120 à 300 *kg* de charge utile, des systèmes de Dion-Bouton, Peugeot, Gilles-Forest, Corre dont les consommations ont varié de 0,08 *l* et 0,09 *l* par 100 *kg* de charge utile, les voitures de livraison urbaines Brouhot et de Dietrich dont les châssis sont identiques à ceux des voitures de tourisme des mêmes constructeurs; le prix de revient de la journée de ces voitures de livraison est d'environ 19 *f* pour un parcours de 60 *km*.

Dans le concours des poids lourds, nous avons retrouvé l'omnibus Panhard-Levassor qui avait pris part au 3e concours tenu à Versailles en 1899; son fonctionnement comparé à celui de l'omnibus de la même maison qui a pris part au concours de tourisme a permis de faire ressortir l'influence des itinéraires sur la consommation et le prix de revient. Quant au transport des marchandises pour lequel les camions Panhar-Levassor, Peugeot et de Dietrich ont été primés, on a constaté que la consommation d'essence par tonne kilométrique a été considérablement majorée en raison de la vitesse moyenne plus élevée qu'elle ne le serait en pratique.

Les *véhicules à vapeur* étaient représentés par les omnibus et camions de Dion-Bouton et un omnibus Turgan qui a fait par la suite un voyage en Tunisie. La comparaison des résultats obtenus sur les véhicules de Dion-Bouton en 1897, 1898, 1899, et 1900 fait ressortir la progression des poids et des vitesses bien que les consommations restent constantes; le prix de revient du voyageur-kilomètre en 1900 varie ainsi de 0,059 *f* à 1/3 de charge à 0,020 *f* à charge entière. Les prix de revient calculés d'après les résultats du concours sont corroborés en grande partie par ceux qui ont été fournis par un service régulier d'omnibus à vapeur de Stenay à Montmédy dans la Meuse.

En ce qui concerne le transport des marchandises intermittent sur les petits trajets jusqu'à 20 *km* la traction mécanique procure une économie sur la traction animale.

Enfin un inconvénient des véhicules mécaniques est la détérioration des routes qui résulte des transports réguliers, d'après les chiffres communiqués pour les départements du Calvados, du Var, de la Meuse.

M. le Président donne la parole à M. O. Rochefort pour sa double communication sur des :

1° Dispositions permettant l'association de deux résonateurs Oudin pour la production intensive d'effluves; 2° Appareils de télégraphie sans fil (émetteurs, récepteurs, cohéreurs).

M. O. Rochefort explique que notre savant collègue, M. Paul Janet, ayant donné les théories actuellement admises sur la haute fréquence, il ne reviendra pas sur le côté théorique de la question, mais il vient présenter des appareils qui sont des applications de haute fréquence, destinés l'un, le *résonateur Oudin bipolaire*, à l'électrothérapie, les autres à la télégraphie sans fil.

Le résonateur Oudin bipolaire a été créé par M. O. Rochefort, dans le courant de décembre 1899. Il décrit le résonateur Oudin ordinaire et, par des considérations basées sur l'assimilation de ce qui se passe dans le résonateur Oudin à l'induction, il en déduit que les effluves produits par un résonateur Oudin sont des effluves alternatives, mais qui ont toujours le potentiel du nom de l'une des deux boules de l'éclateur, boule qui est toujours la même, étant données les connexions invariables.

De cette considération, il passe à la mise en tension de deux résonateurs Oudin qui forment alors un ensemble bipolaire, donnant des effluves alternatives à chacun des deux pôles mais qui sont à chaque instant de nom contraire. Les effluves ainsi produites s'attirent manifestement. En changeant les connexions dérivées à l'un des résonateurs, on arrive à faire produire des effluves toujours de même nom aux deux pôles, effluves qui alors se repoussent; ce qui prouve bien que, en pratique, les résultats sont ceux auxquels conduisent les théories exposées.

M. O. Rochefort explique qu'il y a plusieurs manières d'obtenir les effluves bipolaires s'attirant, mais que le meilleur système est celui des deux condensateurs de l'éclateur à armatures externes jumellées.

M. O. Rochefort passe à la deuxième partie de sa communication et décrit ses appareils relatifs à la *télégraphie sans fil.*

L'émission des ondes de Hertz est produite par les appareils suivants :

2° Un *transformateur* système Rochefort, précédé d'un *interrupteur* du type décrit précédemment à la Société.

Ce transformateur est intensif, parce que son secondaire est formé de deux galettes enchevêtrées qui sont accouplées en quantité. M. Rochefort explique par un dessin la façon dont sont formés les enroulements.

Il est unipolaire, parce que la mise à la terre de sa borne à tension négligeable donne des étincelles aussi et même plus puissantes en quantité et en tension que l'étincelle obtenue sans mise à la terre.

2° Un *éclateur* entre les boules desquelles éclate l'étincelle de Hertz; il est directement relié aux deux pôles du transformateur. Les boules sont dorées. L'ensemble de l'appareil est très simple.

Le récepteur forme un ensemble d'organes nouveaux, parmi lesquels des supports de tubes spéciaux à lames, qui permettent d'employer des tubes sans fil extérieur et un *frappeur* d'un système particulier, à frappe multiple.

Les tubes employés sont du type Tissot ou du type Rochefort-Tissot, ou du type Rochefort seul; les deux premiers étant magnétiques et le dernier à limaille non magnétique. M. O. Rochefort décrit ces trois tubes en en indiquant les avantages.

M. O. Rochefort fait des expériences d'abord avec le résonateur Oudin bipolaire, puis des expériences de télégraphie sans fil.

Il emploie comme émetteur une toute petite bobine, l'émetteur employé dans la marine étant beaucoup trop puissant pour faire des essais dans une salle. Il fait des essais de réception et termine en faisant éclater l'étincelle oscillante de 9 cm de longueur, qui a permis à MM. les lieutenants de vaisseau Tissot et Jehenne, de Brest, de correspondre jusqu'à 80 km, de navire à navire.

-oo-

Le chemin de fer électrique elevated de New-York.

La conversion en traction électrique du chemin de fer à vapeur *elevated* qui sillonne New-York va être prochainement définitive et, d'après le *Street Railway Journal*, les génératrices de la station d'énergie commenceront à fonctionner le 1er juin de cette année. On comprendra l'importance de l'entreprise dès que l'on saura que la puissance totale de la station est de 10 000 chx, énergie qui sera distribuée à 200 trains circulant sur la voie aérienne dans la seule section de Manhattan. Cette

installation comptera parmi les plus importantes du monde entier et contribuera forcément à rendre encore plus actif et plus rapide le transport des voyageurs dans la grande cité américaine. Pour rendre compte du trafic incroyable que supporte la ligne de l'*elevated*, surtout dans certains quartiers, nous ne pouvons mieux faire que de citer quelques chiffres extraits des statistiques établies par notre confrère de New-York. En un seul jour, la section de la 6e et de la 9e avenue a transporté 490 000 voyageurs et, en deux jours, sur la ligne totale, on en a compté 1 700 000. Dans cette première section, 140 trains, comprenant un total de 640 voitures circulent dans le court espace d'une heure, soit, sur la ligne entière, 280 trains composés de 1280 voitures, toujours en une heure. Pour 24 heures, on atteint le chiffre de 4828 trains. Et dire que les Américains espèrent encore une énorme augmentation de vitesse, de trains et de voyageurs avec la traction électrique! — D.

-oo-

Une nouvelle gutta-percha.

Suivant une information donnée par *La Nature* de Londres, l'on vient de découvrir à Zanzibar une substance qui offre de grandes analogies avec la gutta-percha et qui provient d'un arbre que l'on rencontre surtout dans le voisinage de Dunga. Quand on pratique des incisions dans son écorce, à l'aide d'un couteau, cet arbre laisse s'écouler un liquide blanc qui, soumis à l'action de l'eau bouillante, se coagule et fournit une substance ressemblant beaucoup à la gutta-percha. Refroidi, le nouveau corps devient extraordinairement dur; mais, quand on le soumet à l'action de la chaleur, il offre une grande plasticité. Le fruit de l'arbre producteur a la forme d'une pêche et atteint la grosseur d'un petit melon. Des expériences, faites par des techniciens, ont démontré que le nouveau produit en question, bien qu'il ne soutienne pas la comparaison avec la gutta-percha, peut trouver son emploi dans certains cas où l'on devait jusqu'ici n'utiliser que la seule gutta-percha. L'arbre précité se rencontre en abondance, parait-il, dans la région de Zanzibar. Par suite, son latex revient à un prix minime et il pourra, avec le temps, être l'objet de certaines applications industrielles.

G.

-oo-

Un nouvel emploi des déchets de poissons.

Nous empruntons à notre confrère l'*Electrotechniker* de Vienne, l'information suivante :

« Il y a quelque temps, on a cherché, dans la République Argentine, à extraire des déchets de poisson une huile lourde dont les propriétés isolantes méritent de retenir l'attention. D'après les détails que nous fait tenir l'agence pour brevets de M. J. Fischer, de Vienne, l'huile obtenue, bien que revenant à un prix modique, ne laisse pas d'offrir une haute valeur commerciale. Soumise à l'action de la presse hydraulique et fortement comprimée, elle sert à fabriquer des bâtis de dynamo, des tableaux commutateurs, des bâtis de transformateurs, etc., et même des roues, des caissons de voiture, des poulies. L'humidité et les variations de température n'exercent aucune action sur elle. En outre, la même huile peut fournir un caoutchouc artificiel; en effet, traitée par l'ozone, elle se transforme en un corps extrêmement dur, qui réunit au plus haut degré toutes les propriétés du caoutchouc, et particulièrement les qualités isolantes de ce dernier. — G.

-oo-

Académie des sciences de Paris.

SÉANCE DU 11 MARS 1900. — M. J. Janssen fait remarquer, à propos de sa dernière communication relative aux lignes télégraphiques ou téléphoniques établies sur la neige au Mont Blanc, que cette communication n'avait pour but que d'attirer l'attention sur cette pratique si simple et non de faire l'historique de la question. Il rappelle que M. Brunhes, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, a communiqué à l'Académie, dans sa dernière séance, une note dans laquelle il fait connaitre les essais faits à son observatoire avec des fils nus posés sur la neige et a bien voulu courtoisement reconnaitre que ces essais ne pouvaient préjuger le succès d'une ligne très étendue comme celle qui a fonctionné au Mont Blanc sur une longueur de près de 10 km. M. Janssen termine en disant qu'il ne revendique pour lui et ses collaborateurs, M. Lespieau et le regretté Cauro, que l'application en grand de l'isolement des fils par la neige et la constatation que les communications ainsi établies ont eu lieu alors même que le relèvement de la température amène la fusion partielle de la neige ou de la glace à leur surface (1).

M. Cornu présente une note de M Th. Tommasina *sur un électro-radiophone à sons très intenses et sur la cause qui les produit.* Cet appareil donne des sons pouvant être entendus très distinctement de tous les points d'une grande salle. Les radioconducteurs employés constituent de vrais interrupteurs actionnés directement par les ondes hertziennes; c'est en remplaçant l'air par un diélectrique liquide que l'auteur a pu obtenir les phénomènes qu'il constate. Le nouvel électro-radiophone se prête aux expériences de cours et de laboratoire, car il permet à un expérimentateur d'entreprendre seul des recherches qui demandent actuellement l'aide d'une autre personne. M. Tommasina se propose d'étudier, l'été prochain, l'application de son électro-radiophone aux décharges atmosphériques (2).

M. d'Arsonval présente une note de M. Aug. Charpentier ayant pour titre : *Nouveaux caractères de l'excitation électrique brève transmise par le nerf* (3).

SÉANCE DU 18 MARS 1901. — Pas de communications relatives à l'électricité.

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 606.
(2) *Ibid.*, p. 627.
(3) *Ibid.*, p. 639.

L'Éditeur-Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES[1]

Balance magnétique Fischer-Hinnen. — Comme la balance de Du Bois, cet instrument est fondé sur la méthode d'arrachement. Si F est l'effort d'arrachement, exprimé en kilogrammes, et S la section de l'éprouvette, exprimée en centimètres carrés, on a pour valeur de l'induction $\mathfrak{B}$, au moment de l'arrachement :

$$\mathfrak{B} = 5000 \sqrt{\frac{F}{S}} \text{ gauss.}$$

Dans le but de pouvoir prélever les éprouvettes dans les masses elles-mêmes, au lieu de les couler à part avec le même métal, M. Fischer-Hinnen leur donne la forme d'un cylindre de 80 mm de hauteur et de 25,3 mm de diamètre ($S = 500$ mm^2). Les bases du cylindre sont parfaitement dressées et polies.

Comme le montre la figure 4, la balance magnétique de M. Fischer-Hinnen est une véritable balance romaine.

Elle se compose d'un socle en fonte c disposé horizontalement et supportant deux couteaux en acier. La partie f du socle est dressée et polie; elle reçoit la bobine magnétisante l qui

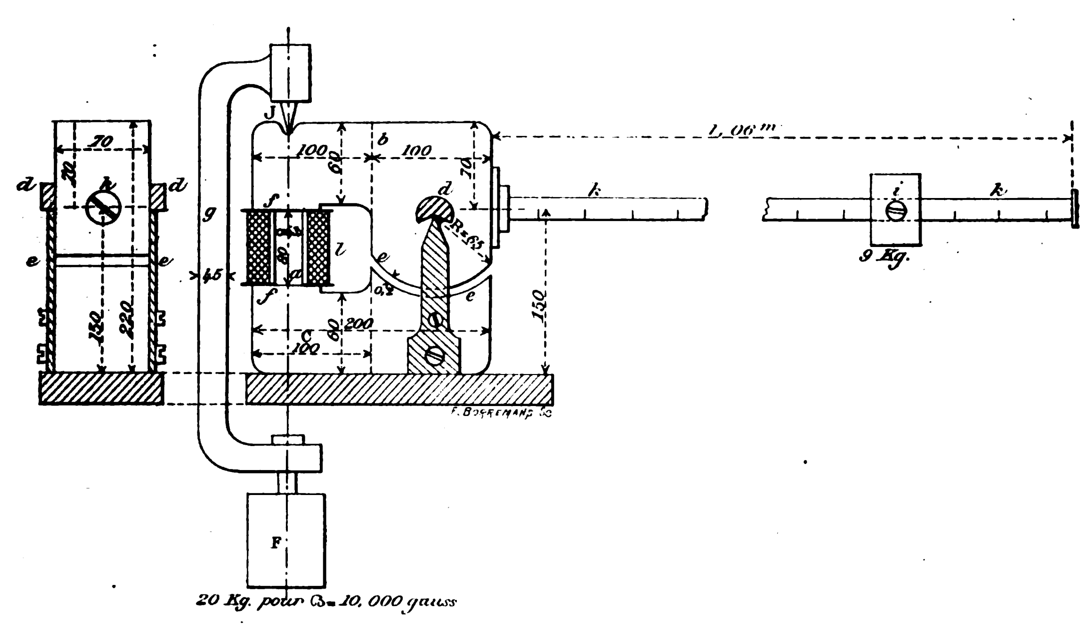


Fig. 4. — Balance magnétique de M. Fischer-Hinnen.

entoure l'éprouvette a. Sur les couteaux repose, par l'intermédiaire des chapes d en acier trempé, une masse de fonte b formant le petit bras de la romaine, l'autre bras étant constitué par une tige horizontale graduée k, le long de laquelle peut se déplacer un contrepoids.

La face f de la pièce b repose sur l'éprouvette a et, pour cette raison, elle est dressée et polie.

Les pièces b, c laissent entre elles un entrefer e dont l'épaisseur uniforme est de 0,2 mm.

Afin que cet entrefer reste invariable et indépendant de l'inclinaison du fléau, les surfaces polaires en e sont cylindriques et ont comme axe la ligne que déterminent les arêtes des couteaux.

Sur la pièce b repose, par l'intermédiaire d'un couteau J, une masse F, fixée à un arc métallique g, disposé de manière que le centre de gravité de cet organe, qui remplace le plateau de la balance, se trouve sur la verticale passant par l'arête du couteau J.

La masse F contrebalance l'effet du curseur mobile i et sert à régler l'équilibre du système.

Pour tarer l'instrument, on détermine d'abord le point zéro en déplaçant le curseur i jusqu'à ce qu'on obtienne l'équilibre de la balance, préalablement disposée horizontalement sur de solides supports et aucun poids n'étant placé en F. On suspend ensuite à l'arc g des masses F dont les poids seront indiquées plus loin.

Pour chaque masse F, on déplace le curseur i et, quand l'équilibre est atteint, on marque sur le levier une division correspondant à la position du curseur.

(1) Voy. l'*Electricien*, n° 532, 9 mars 1901, p. 146, et n° 534, 23 mars 1901, p. 177.

Pendant toutes ces opérations, l'éprouvette est en place, mais la bobine n'est pas excitée. Les divisions successives tracées sur le levier portent les nombres inscrits dans le tableau ci-dessous, nombres qui représentent les valeurs de $\mathcal{B}$ en fonction des poids F correspondants.

Pour effectuer un essai, on opère de la manière suivante : Soit 10 000 l'induction à laquelle on veut soumettre l'éprouvette. On amène le curseur *i* devant la division 10 000 du levier; cette division, comme on le voit sur le tableau, a été tracée en suspendant à l'arc *g* un poids F de 20 kg.

On excite la bobine avec un courant dont l'intensité, réglée au moyen d'un rhéostat, est suffisante pour maintenir le fléau horizontal après qu'on a enlevé le poids F, l'arc *g* restant en place.

On diminue alors progressivement l'intensité du courant, jusqu'à ce que le fléau *b* se soulève en abandonnant l'éprouvette.

Il suffit alors de noter l'intensité du courant à ce moment; elle permet de calculer la force magnétisante $\mathcal{H}$ déterminant dans l'éprouvette une induction de 10 000 gauss.

On peut ainsi déterminer la perméabilité μ correspondante : $\left(\mu = \frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}}\right)$.

Il est commode de graduer l'ampèremètre en gauss, ce qu'il est facile d'obtenir, connaissant le nombre de spires par centimètre de la bobine magnétisante *l* et l'intensité du courant.

Pour les inductions élevées, il est inutile de corriger les valeurs fournies par l'instrument.

Lorsque les inductions sont inférieures à 10 000 gauss, il faut tenir compte de la réluctance des pièces *b* et *c* et de celle de l'entrefer *e*.

Si l'instrument a les dimensions indiquées sur la figure 4, on doit retrancher du nombre total d'ampères-tours la quantité :

$$\frac{1{,}8\,\mathcal{B}}{1000} + \frac{0{,}9\,\mathcal{B}}{1000}$$

Le premier terme représente la valeur de la force magnétisante nécessaire pour vaincre la réluctance des pièces *b* et *c*, tandis que le second terme représente celle de l'entrefer *e*.

Tableau donnant les valeurs de *F* en fonction de $\mathcal{B}$ pour une éprouvette de 25,3 mm de diamètre,

$$\left(\text{calculé par l'expression } \mathcal{B} = 5000\sqrt{\frac{F}{S}}\right)$$

$\mathcal{B}$ gauss	*F* kg.	$\mathcal{B}$ gauss	*F* kg.	$\mathcal{B}$ gauss	*F* kg	$\mathcal{B}$ gauss	*F* kg.
500	0,05	5 500	6,05	10 500	22,0	15 500	48,0
1 000	0,20	6 000	7,20	11 000	24,2	16 000	51,2
1 500	0,45	6 500	8,45	11 500	26,4	16 500	54,5
2 000	0,80	7 000	9,80	12 000	28,8	17 000	57,8
2 500	1,25	7 500	11,22	12 500	31,3	17 500	61,3
3 000	1,80	8 000	12,80	13 000	31,8	18 000	64,9
3 500	2,45	8 500	14,50	13 500	36,4	18 500	68,5
4 000	3,20	9 000	16,20	14 000	39,2	19 000	72,3
4 500	4,05	9 500	18,00	14 500	42,0	19 500	76,0
5 000	5,00	10 000	20,00	15 000	45,0	20 000	80,0

La balance magnétique de M. Fischer-Hinnen présente l'avantage de pouvoir être construite à peu de frais; elle est susceptible d'être manœuvrée facilement dans les ateliers de construction. L'exactitude des résultats obtenus est d'ailleurs bien suffisante dans la pratique industrielle.

Balance d'Ewing. — M. J. Ewing a aussi réalisé une balance magnétique, fondée comme les précédentes sur la méthode d'arrachement. Cet instrument ayant été déjà décrit dans l'*Electricien*, nous y renverrons nos lecteurs (1).

J.-A. Montpellier et M. Aliamet.

(1) *Electricien*, t. XVI, 1898, 2e semestre, p. 49.

LE RÉSEAU TÉLÉGRAPHIQUE SIBÉRIEN

Nous empruntons à l'*Electrical World* les données historiques ci-après sur le développement des lignes télégraphiques sibériennes, en raison de l'importance qu'offre actuellement ce réseau pour les relations internationales :

« Il y a quarante ans environ, le général Tchevkine, ministre des voies et communications de Russie, soumit au comité sibérien le projet d'établissement d'une ligne télégraphique destinée à relier Saint-Pétersbourg à la côte de la mer Jaune. Ce projet fut adopté, et l'on examina en même temps le projet de prolonger la ligne en question, au moyen d'un câble qui se rendrait de la côte de la mer Jaune jusqu'en Amérique. L'éminent M. L. Gerhard, alors directeur de l'Administration des télégraphes de Russie, commença les travaux avec une grande énergie; dès 1861, il avait déjà installé la ligne projetée entre Kazan et Tiumen, soit sur un parcours de 1356 verstes (1446,812 km). La première étape entre la Russie d'Europe et la Sibérie se trouvait ainsi franchie. Une année plus tard, en 1862, la même ligne fut prolongée jusqu'à Omsk; en 1863, elle atteignait Irkoutsk, sur le lac Baikal. A partir de ce point, l'achèvement des travaux de construction fut confié à l'Américain Collins. Ce dernier se proposait de construire une ligne qui, prenant naissance dans l'un des États du nord-ouest de l'Union américaine, aurait traversé la Colombie Britannique, le détroit de Behring, puis la partie de l'Asie située entre la mer d'Okhoutsk et la côte du Pacifique, le gouvernement russe alloua une somme de 900 000 roubles (3 600 000 francs) à titre de subvention. Les derniers travaux furent commencés en 1865, mais des difficultés sans nombre entravèrent leur achèvement. L'absence de tout moyen de communication rendait presque impossible la mesure des distances et le transport des matériaux nécessaires. Sur d'immenses parcours, il fallut acheminer le fil à dos de bête de somme et se frayer une voie au travers de forêts impénétrables, encore inexplorées. Si l'on songe, en outre, que la main-d'œuvre faisait presque entièrement défaut et que l'exécution des travaux, dans des régions désertes et à peu près inhabitées, comportait des difficultés sans nombre, on comprendra sans peine que l'établissement d'un réseau télégraphique, dans cette partie de la Sibérie, constituait une entreprise ardue. Tous les matériaux nécessaires pour la construction et l'équipement de la ligne — sauf les poteaux que l'on se procurait sur les lieux mêmes — devaient faire un trajet par mer de plusieurs milliers de milles jusqu'à Nicolaïevsk. Bien souvent, on dut fixer les isolateurs non sur des poteaux spécialement préparés, mais sur les arbres eux-mêmes.

Afin de hâter l'achèvement des travaux, l'administration russe avait fait l'acquisition de plusieurs bâtiments à vapeur qui devaient circuler sur les cours d'eau de l'Amour et de la Chilka; malheureusement on ne tarda pas à constater l'insuffisance de ces moyens de transport, car les fleuves ci-dessus ne sont navigables que durant quelques mois de l'année. On dut, en outre, construire des maisons d'habitation le long de la ligne. Mais, malgré toutes ces difficultés, et en dépit des dangers qui en résultaient, l'entreprise fut poussée avec une telle vigueur que, dès 1866, la ligne se trouva prolongée depuis Irkoutsk jusqu'à Verknedinsk, soit sur un parcours de 1185 verstes ou 1 264,405 kilomètres. En même temps, on avait installé les poteaux nécessaires sur tout le reste du tracé projeté, jusqu'au point où devait atterrir le câble de raccordement.

Mais il se produisit alors un événement qui a fait époque dans l'histoire de la télégraphie. Au mois de juin 1866, fut posé le premier câble transatlantique reliant l'Europe à l'Amérique. De là, un arrêt dans les travaux de construction de la ligne télégraphique russo-américaine qui était déjà fort avancée, car la Compagnie américaine déclara qu'il lui était de toute impossibilité de soutenir la concurrence du câble transatlantique. De son côté, le gouvernement russe fit suspendre les travaux de prolongement de la section sibérienne. Néanmoins les cercles officiels et commerciaux de Russie commencèrent à acquérir la conviction, qui s'affermit avec le temps, que seul un réseau télégraphique étendu permettrait de contrôler efficacement et de rendre accessibles les immenses régions sibériennes : aussi, en mai 1869, un oukaze impérial prescrivit la continuation de la ligne jusqu'à Blagovestchensk, Chabarovsk et aux ports de Novgorod et Nikolaïevsk.

Les travaux reprirent donc le 25 juin 1869, après une interruption de presque trois ans. Dix-huit mois plus tard, en décembre 1878, on avait amené la ligne télégraphique jusqu'à Chabarovsk et, en 1871, on l'avait poussée jusqu'à Vladivostok, sur le Pacifique. En même temps, l'Administration impériale prit en charge l'ancienne ligne télégraphique Chabarovsk-Nikolaïevsk qui avait eu jusque-là une destination exclusivement politique, mais elle dut la reconstruire entièrement. La ligne de Kazan à Vladivostok est la plus longue du monde entier : elle a, en effet, un développement de 8330 verstes ou 8888,11 km. Au moment où sa construction prenait fin, la grande Compagnie des télégraphes du Nord établit son câble Vladivostok-Nagasaki-Changhaï. Cette entreprise commença son exploitation en août 1871 et, le 5 novembre de la même année, c'est-à-dire huit mois après l'ouverture du bureau télégraphique de Vladivostok, les télégrammes entre l'Europe et l'Extrême-Orient commencèrent à suivre la route de Sibérie.

Cette ligne, on s'en aperçut bientôt, offrait de

nombreuses imperfections, particulièrement dans sa partie à l'est d'Irkoutsk et sur le territoire de l'Amour. On ne saurait s'en étonner si l'on songe aux conditions dans lesquelles les travaux de construction avaient été poursuivis. L'un des plus graves inconvénients provenait de l'insuffisance, au double point de vue électrique et technique, du fil de 4 mm utilisé. On résolut donc de lui substituer un fil de 6 mm; mais on ne procéda à à ce remplacement qu'en 1894 et 1895. Depuis lors, la ligne sibérienne fonctionne de façon satisfaisante.

La dernière guerre sino-japonaise a démontré la haute valeur, politique et administrative, de cette ligne; mais, en même temps, on a eu l'occasion de reconnaître que de nouveaux perfectionnements étaient nécessaires. On a, en effet, constaté l'impossibilité d'écouler un grand nombre de dépêches et surtout de donner passage, chaque jour, à de longs télégrammes chiffrés comptant chacun plusieurs milliers de mots. Pour remédier à cette insuffisance, le gouvernement russe a fait établir en 1896 un second fil entre Omsk et Stretensk, par Tomsk et Irkoutsk, en augmentant en même temps le nombre des appareils Hughes dans les bureaux de Tomsk, Irkoutsk, Stretensk, Blagovestchenk, Chabarovsk et Vladivostok. De plus, en 1897, il a construit une nouvelle ligne directe de Liban à Irkoutsk qui passe par Moscou, Samara, Omsk, Tomsk et Krasnoïarsk, en doublant les dispositifs de relais des bureaux de Kansk et d'Obi.

Notons encore que le réseau télégraphique sibérien, indépendamment de la grande ligne principale dont nous venons de parler, comprend un assez grand nombre de lignes secondaires dont plusieurs offrent une importance capitale. Parmi ces dernières, il faut notamment signaler la ligne Omsk-Tachkent, par Semipolatinsk et Verny, achevée en 1873; la ligne de Kiatka, sur la frontière chinoise, construite et ouverte au service en 1875, laquelle offre une importance politique et économique d'autant plus grande qu'on peut facilement la prolonger jusqu'à Pékin; la ligne qui relie Chelamps à Blagovestchensk et Chun-Tun à Novokievsk dans le voisinage de Vladivostok; et enfin le câble qui se rend à l'île Sakhalien et que le gouvernement russe a fait poser en 1881.

Les données officielles que nous avons pu réunir à propos du fonctionnement du réseau télégraphique sibérien offrent un tableau intéressant de l'augmentation progressive du trafic sur les différentes lignes. Durant la première année qui a suivi l'ouverture, en 1873, de la ligne principale de Vladivostok, les télégrammes transmis avaient été au nombre de 432 412. En 1885, les mêmes télégrammes atteignirent le chiffre de 2 402 981, ce qui, pour une période de treize ans, représente une augmentation moyenne annuelle de 151 582 télégrammes. La suppression, survenue en 1886, du tarif par zônes, a exercé une grande influence sur les opérations du télégraphe sibérien, car les chiffres de ce tarif étaient fort élevés. En effet, un télégramme de 20 mots ne coûtait pas moins de 7 roubles. Le nouveau tarif a mis en vigueur les taxes suivantes : 5 kopeks (1 rouble = 100 kopeks = 2,50 fr) par mot pour les télégrammes ne sortant point des limites de la Sibérie proprement dite; 10 kopeks par mot pour les télégrammes échangés entre la Russie d'Europe et la Sibérie. Ce nouveau tarif ne tarda point à faire sentir son heureuse influence. En effet, dès 1887, les télégrammes transmis par les lignes sibériennes atteignirent le chiffre de 2 976 149, soit, pour une période d'à peine deux années, une augmentation de 573 168 télégrammes. Durant les dix années suivantes, l'accroissement annuel moyen fut de 266 000 télégrammes, et, en 1897, il y eut 5 636 186 télégrammes.

En ce qui concerne le service de transit, sur le réseau sibérien, entre l'Europe, l'Amérique et l'Australie d'une part, et la Chine et le Japon d'autre part, notons que durant la première année, en 1872, le nombre des télégrammes échangés par la voie sibérienne entre les différents pays ci-dessus s'éleva à 6000, et à 637 000 en 1898. Les télégrammes de transit confiés aux lignes sibériennes rapportent tous au trésor russe 2,25 par mot. Les recettes, de ce chef, représentent par suite un chiffre important. En 1898, le nombre des mots des télégrammes de transit a accusé une augmentation de 116 705 par rapport à 1897, d'où un accroissement de 262 586 fr dans les recettes de l'administration des télégraphes russes.

G.

LES JEUX D'ORGUE ÉLECTRIQUES

Les exigences de la mise en scène se sont nécessairement accrues à mesure que se perfectionnaient les moyens mis en œuvre. Le goût public en se transformant a imposé aussi aux directeurs de théâtre un programme de plus en plus complexe. Ainsi le raffinement actuel du goût règle la mise en scène moderne qui doit faire tous ses efforts pour approcher du vrai dans ses moindres détails. La lumière qui joue un si grand rôle dans la vie est donc un important facteur de cette mise en scène.

Durant ces vingt dernières années en particulier, les progrès énormes qu'a fait l'art de l'éclairage ont été mis utilement à profit, et des effets qui auparavant ne pouvaient guère qu'être indiqués ont pu être réalisés avec une telle

perfection que le spectateur n'a plus aucun effort d'imagination à faire.

Jusqu'à présent, le gaz avait satisfait à tous les besoins. Les installations d'éclairage quelques délicates et dangereuses qu'en fussent l'installation et la manœuvre avaient donné de bons résultats.

Quand l'électricité fut imposée dans les théâtres, elle dut être substituée au gaz d'une façon complète. Grâce à la souplesse qu'on lui connaît, cette substitution se fit sans difficulté; cependant certains problèmes délicats ne furent pas de suite résolus dans toute leur généralité. L'un d'eux, qui présente cependant au point de

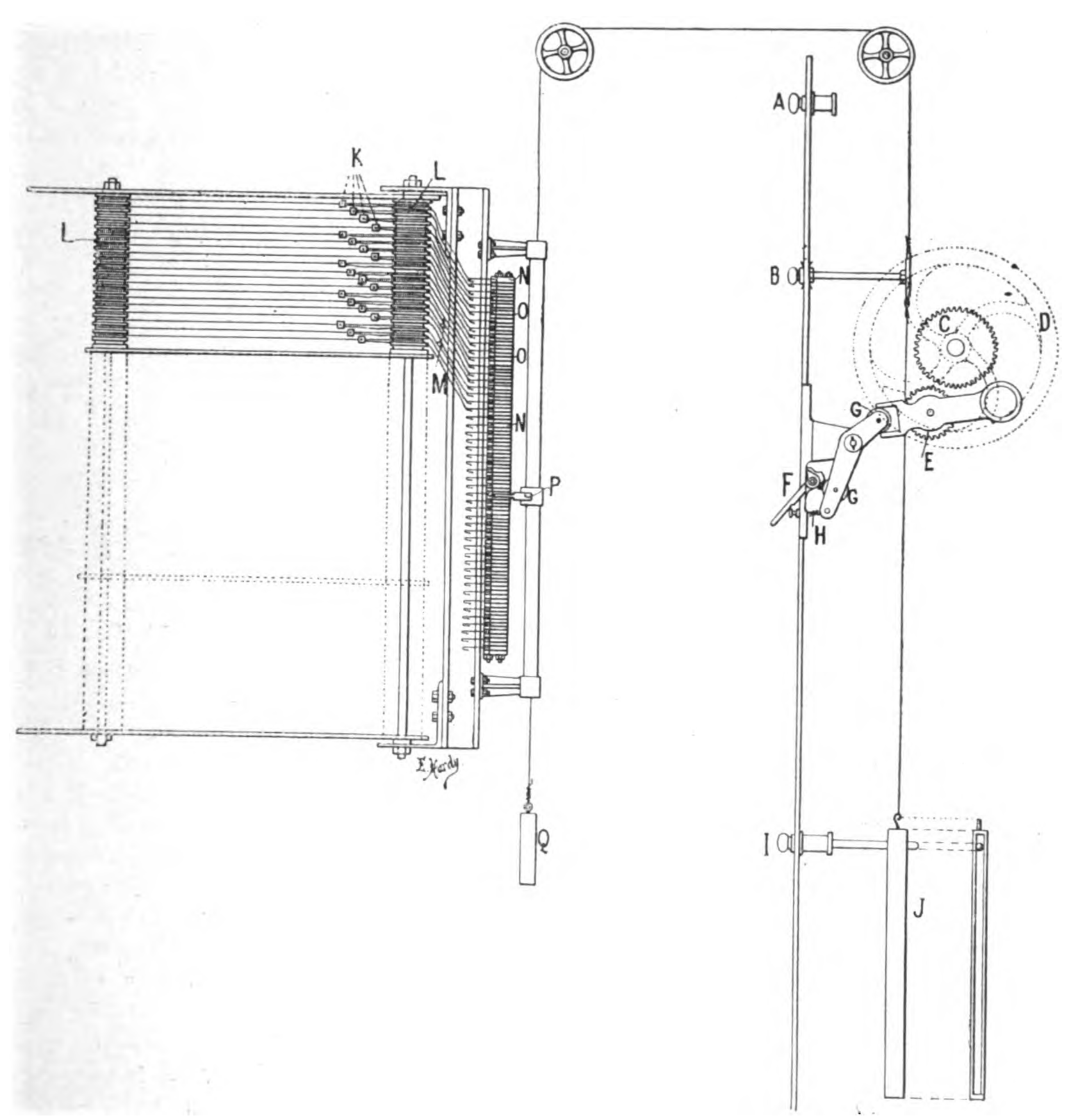


Fig. 1. — Élément du jeu d'orgue de l'Opéra, système Mornat et Langlois.

vue théâtral une importance capitale, celui de l'éclairage appliqué aux effets de la mise en scène, fut au début résolu d'une façon assez primitive; on ne se montra pas alors sensiblement plus exigeant pour l'électricité que pour le gaz. On réalisa ainsi tout d'abord assez grossièrement les jeux de lumière à l'aide de rhéostats ordinaires d'une installation simple peut-être, mais d'un maniement extrêmement compliqué.

Cependant les qualités du nouveau mode d'éclairage ne devaient pas tarder à augmenter les exigences des directeurs de théâtre; c'est ainsi qu'on fut amené à étudier des appareils permettant d'obtenir des résultats bien plus parfaits.

De là sont nés les jeux d'orgue électriques à l'aide desquels on obtient tous les effets de lumière que réclame la mise en scène moderne.

Voyons quelles sont les conditions imposées aux jeux d'orgue électriques dans les théâtres.

Nous savons que les jeux de lumière sont obtenus à l'aide de lampes diversement colorées : On a reconnu qu'avec des lampes blanches, bleues et rouges, il était possible de réaliser toutes les combinaisons nécessaires. Il faut, tout d'abord, que la puissance lumineuse de ces lampes puisse être modifiée de façon à passer insensiblement de sa valeur normale à l'extinction ou inversement, c'est-à-dire, par exemple, de la nuit au plein jour, sans que le spectateur observe de brusques variations; ces modifications doivent être obtenues d'ailleurs, suivant les cas, avec une plus ou moins grande vitesse; d'autre part, il est quelquefois nécessaire aussi de procéder à l'extinction ou à l'allumage brusque en partant d'un éclairement quelconque. Enfin, chaque appareil, portant, herse, rampe ou lustre doit être indépendant de sorte que des modifications faites sur l'un deux n'affectent en aucune façon les autres.

Il est superflu d'ajouter que le jeu d'orgue doit présenter toute sécurité dans son fonctionnement et que sa manœuvre doit être facile, de façon à ne nécessiter qu'un personnel très réduit.

On voit d'après ce programme, que l'appareil est assez complexe et d'une conception délicate.

Différents constructeurs se sont appliqués à résoudre le problème et nous nous proposons de décrire ceux de ces appareils qui sont actuellement employés en France et à l'étranger.

A tout seigneur tout honneur. Nous commencerons par décrire l'appareil qui est installé à l'Opéra; cet appareil, étudié et construit par MM. Mornat et Langlois, est d'ailleurs un des meilleurs types du genre.

Comme dans tous les systèmes similaires, le jeu d'orgue de MM. Mornat et Langlois se compose d'une série d'éléments identiques correspondant chacun à un appareil d'éclairage et commandant par suite un certain nombre de lampes.

L'élément (fig. 1) se compose d'un rhéostat dont les touches au nombre de 100 sont disposées de façon à constituer un collecteur rectiligne N; sur ce collecteur se déplace un frotteur P dont les mouvements sont solidaires de ceux d'un bouton B dit bouton de réglage. Ces deux organes sont rendus solidaires par une cordelette métallique tendue par deux contre-poids Q et J placés à ses deux extrémités.

Le bouton B est guidé dans une coulisse rectiligne gradué en cent parties. La cordelette métallique passe sur les poulies de renvoi que l'on voit sur la figure et fait un tour complet sur le pignon à gorge E. Ce pignon est fou sur son axe et est monté dans une chappe qui, fixée à une de ses extrémités, peut être déplacée par un levier venant buter contre l'autre l'extrémité. Aux deux points de commande de ce levier sont fixés des galets G destinés à réduire les frottements; F est une came que l'on commande par un doigt et qui sert à la manœuvre du levier. Un ressort de rappel H ramène le levier à sa position de repos. C'est une roue dentée qui est montée sur un arbre attaqué soit à la main, soit au moteur. Enfin, le contre-poids J porte une rainure longitudinale dans laquelle vient s'engager la tige du bouton d'arrêt I.

Pour obtenir sur le circuit commandé par un élément les jeux de lumière que l'on désire, on opère de la façon suivante : l'un ou l'autre des boutons d'arrêt A ou I est serré sur sa coulisse en regard de l'indication qui correspond au résultat final à atteindre, c'est-à-dire à l'intensité lumineuse qu'on désire obtenir des lampes montées sur ce circuit. A l'aide de la came F, que l'on déplace en soulevant son doigt de commande, on met le pignon E en prise avec la roue dentée C; cette roue entraîne le pignon qui communique son mouvement à la cordelette. En effet, cette cordelette, tendue par les deux contre-poids, agit comme un frein sur la gorge du pignon E. Le frotteur P est donc entraîné le long du collecteur et il s'arrêtera à la position correspondant à l'un des boutons d'arrêt A ou I qui, comme on le sait, peuvent être immobilisés en un point quelconque. A la descente du balais P sur le collecteur, l'arrêt se produit quand le bouton mobile B vient buter contre le bouton fixe A; ces deux boutons en effet sont montés dans la même coulisse. A la montée, l'arrêt est provoqué par le bouton I qui est placé dans une coulisse indépendante et dont la tige, pénétrant dans la rainure du contre-poids J, limite dans ce sens les mouvements de ce contrepoids. Cet arrêt du contrepoids J détend la cordelette et par suite la rend indépendante du pignon E. Le frottement du contact P sur le collecteur suffit alors à provoquer l'arrêt de ce contact.

Afin que le travail que doit effectuer le moteur pour entraîner la cordelette de manœuvre du contact mobile P soit très faible, les contrepoids Q et J sont équilibrés; cependant en pratique, Q est un peu plus léger que J de façon à donner une adhérence suffisante à la cordelette de commande. Le travail du moteur consiste donc à vaincre les résistances passives qui sont réduites au minimum et à entraîner un ensemble qui est presque équilibré comme nous venons de le voir.



À l'Opéra, où les éléments sont réunis par panneaux de 45 éléments au maximum, le moteur n'est que de 20 kgm pour l'ensemble de ces 45 éléments.

Les moteurs de commande n'attaquent pas directement les arbres sur lesquels sont clavetés les roues dentées C. Afin de pouvoir modifier à volonté la vitesse de cet arbre, on a intercalé deux cônes intermédiaires, à axes parallèles mais dont les sommets sont opposés; l'un deux, attaqué directement par le moteur, vient à son tour commander le second qui est relié par une courroie à un petit arbre placé entre les deux cônes. C'est par ce dernier arbre que se fait l'attaque. On peut, avec une vis sans fin, munie d'un volant, faire varier la position de la courroie qui réunit les deux cônes et, par suite, obtenir des vitesses quelconques entre deux limites convenablement choisies. En cas de besoin, chaque groupe peut facilement être mu à la main à l'aide d'un volant monté sur l'arbre des roues dentées.

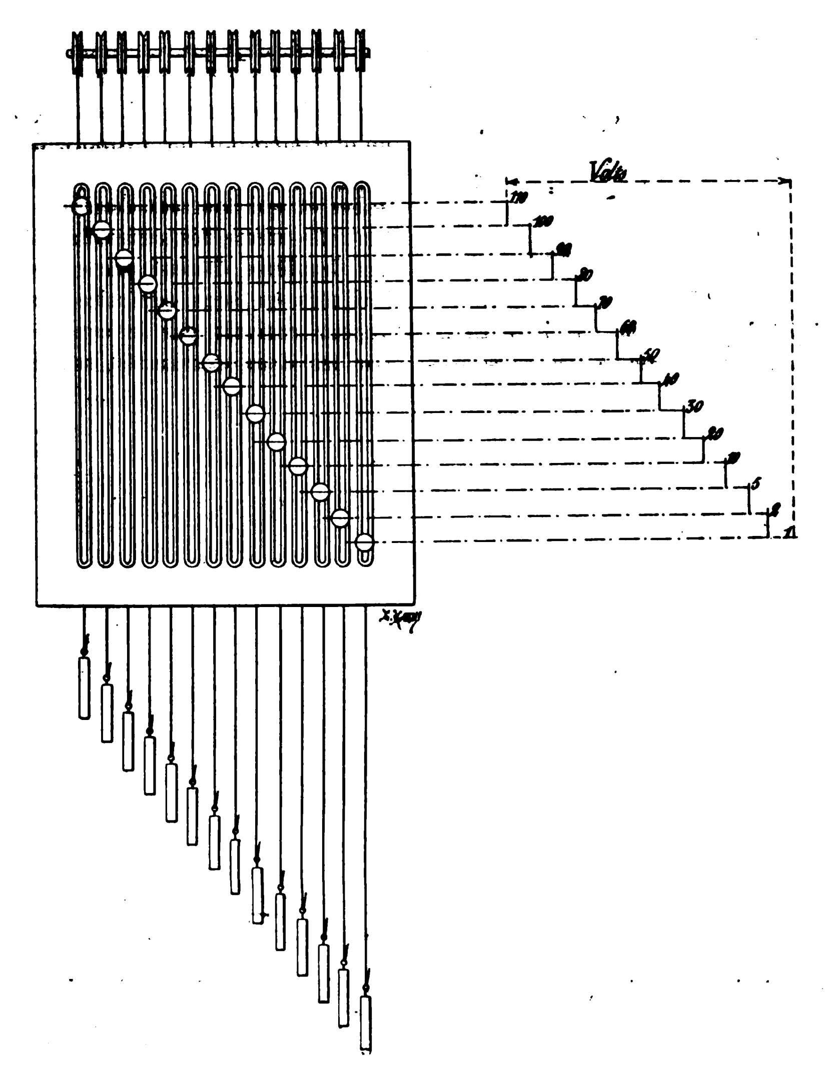


Fig. 2. — Disposition schématique du jeu d'orgue de l'Opéra.

L'appareil que nous venons de décrire est complété par une série de tableaux réunissant les interrupteurs à deux directions des différents circuits. Chaque tableau comporte une couleur de lampe.

Chacun des circuits d'un tableau peut à volonté être branché sur le circuit général correspondant ou bien être rendu indépendant des autres; on peut ainsi, sur l'une des trois couleurs employées, supprimer une portion sans inconvénient pour le reste de cet éclairage.

Avec ce modèle de jeu d'orgue, l'électricien est loin de la scène et a tout loisir pour surveiller ses appareils et exécuter les ordres qui lui sont

transmis. La figure 2 représente schématiquement un jeu ainsi préparé.

La manœuvre destinée à obtenir le jeu de lumière demandé consiste, comme nous l'avons vu, à placer convenablement les boutons d'arrêt et à faire l'embrayage des éléments intéressés en amenant le moteur à la vitesse qui correspond à la durée de l'effet. Après quoi on n'a plus qu'à abandonner l'appareil à lui-même pour qu'il exécute fidèlement les variations de lumière qui ont été ainsi déterminées à l'avance.

A. Bainville.

(*A suivre.*)

TURBINE A VAPEUR WESTINGHOUSE-PARSONS

Ce fut en 1884, à l'Exposition des inventions, à Londres, qu'apparut pour la première fois la turbine à vapeur présentée par MM. Clarke, Chapman et Parsons; on ne considérait alors cet appareil que comme une curiosité de mécanique et cependant, quelques mois plus tard, installée dans une fabrique de lampes à incandescence, à Gateshead-sur-Tyne, la turbine Parsons qui développait 10 chx, à 18 000 tours à la minute, fonctionna pendant plusieurs années sans une avarie et avec une régularité qui faisait déjà prévoir tous ses succès futurs. Ce premier modèle est relégué aujourd'hui au musée de Kensington, à Londres. Nous savons qu'il comportait un cylindre de bronze muni de plusieurs séries annulaires d'ailettes ou aubes et qui tournait dans une enveloppe portant elle-même des séries d'ailettes semblables; ces dernières étaient par conséquent fixes et inclinées en sens contraire des premières. La vapeur arrivait par le centre et, s'échappant par les deux extrémités, se détendait régulièrement sans variations de vitesse par suite des inclinaisons relatives convenablement calculées des différentes ailettes. On obtenait ainsi une machine à détente complète sans aucun organe de distribution, ce qui assurait à l'appareil une simplicité qu'il semblait difficile de dépasser.

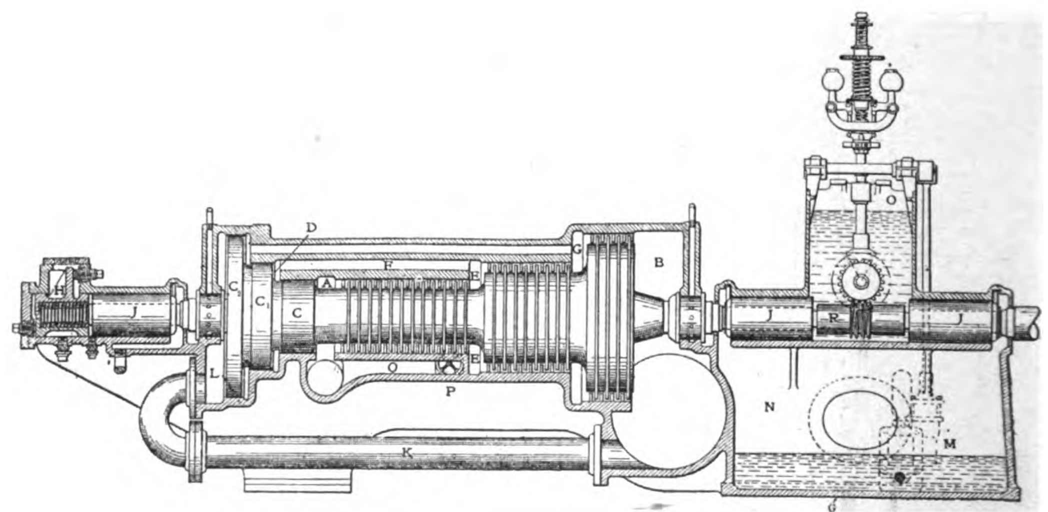


Fig. 1. — Coupe d'une turbine à vapeur Westinghouse-Parsons.

La turbine Parsons, moteur à réaction, où la pression agit concurremment avec la force vive se distingua donc de la turbine de Laval, née en 1889, en ce que dans cette dernière la détente de la vapeur ne s'effectue plus dans le moteur lui-même, mais bien dans un ajutage évasé, de sorte que cette détente est utilisée directement et que la vapeur communique son énergie cinétique aux aubes d'une roue mobile sur lesquelles elle vient frapper pour s'échapper ensuite par l'autre face à une vitesse extrêmement réduite; c'est la copie identique de la turbine hydraulique. Le travail mécanique est uniquement produit par la force vive.

Sans vouloir examiner les avantages de cette turbine dite d'action et qui, d'ailleurs, ont été jadis énumérés (1), nous savons que ces deux merveilleuses machines ont déjà été appliquées dans maintes circonstances avec un succès toujours croissant. Pour la propulsion des torpilleurs en particulier, par suite de l'inconcevable rapidité qu'elles permettent d'obtenir, les turbines semblent prédire une transformation complète de la navigation et de la guerre navale.

(1) Voir l'*Electricien* 1895. 2e semestre, p. 9.

Si, dans la turbine de Laval, le principe même défend aucune modification importante, la turbine Parsons semble vouloir imiter les moteurs à vapeur dans certains de leurs perfectionnements tout en conservant sa simplicité primordiale. C'est ainsi que la nouvelle turbine Westinghouse-Parsons, récemment décrite par M. Francis Hodgkinson, à la Société des ingénieurs de la Pensylvanie, réalise le type du moteur à multiple expansion par un intelligent accouplement sur le même arbre de plusieurs cylindres de diamètres croissants. Déjà M. Parsons avait fait pressentir ce progrès en établissant en 1896 un ensemble turbo-électrique

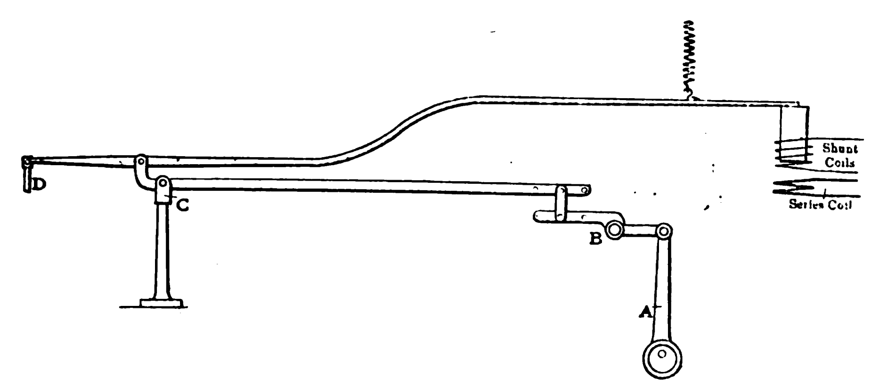


Fig. 2. — Régulateur électrique d'une turbine à vapeur.

destiné à des travaux électro-chimiques dans l'usine de Saint-Helens près de Newcastle-sur-Tyne; cette turbine comportait deux cylindres (1).

En examinant la figure 1 que nous empruntons à notre confrère l'*American Machinist*, nous voyons que cette turbine Westinghouse-Parsons se compose de trois cylindres de différents diamètres enfermés chacun dans une enveloppe

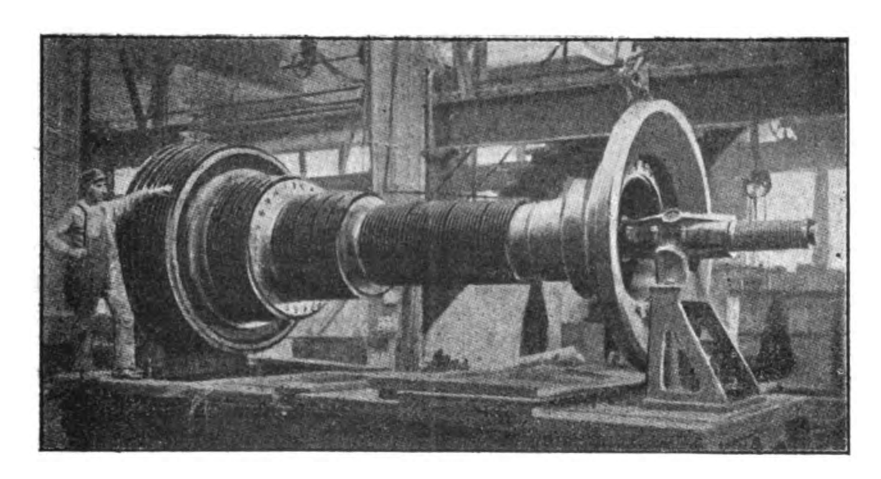


Fig. 3. — Partie mobile d'une turbine à vapeur de 3 000 chevaux.

séparée; comme dans le premier type, des aubes mobiles et des aubes fixes ou directrices sont distribuées par rangées circulaires sur les cylindres et dans les enveloppes. A son autre extrémité, l'arbre porte trois plateaux ou pistons dont les diamètres correspondent respectivement à ceux des cylindres et qui sont logés chacun dans une chambre distincte. La vapeur arrivant par la chambre A passe à travers un premier groupe d'ailettes fixes, vient frapper sur la première rangée des ailettes mobiles du premier cylindre et détermine la rotation de l'arbre; les dimensions du passage s'accroissent progressivement en volume et correspondent à l'expansion de la vapeur; la pression s'exerce également en arrière, mais la vapeur rencontre le piston C qu'elle ne peut franchir; ces pressions étant égales et de sens contraire, l'arbre n'est soumis à aucun heurt ni à-coup. De même, la pression sur le piston C_1 est égale à la pression exercée

(1) Voir l'*Electricien* 1897. 1er semestre, p. 33.

en E sur le deuxième cylindre et, sur C_2, comme celle exercée sur le cylindre G. Les détentes successives s'effectuent régulièrement et ne provoquent aucune variation de vitesse. Le tuyau K fait communiquer la face arrière du piston C_2 avec la chambre d'échappement B de telle sorte que la pression est égale aux deux extrémités et que l'équilibre est parfait. Un palier de butée H assure, par les coussinets J, l'ajustement invariable des pistons et il se compose des deux moitiés distinctes afin d'en faciliter le réglage. Une abondante lubrification est toujours assurée au moyen du réservoir N dans lequel retombe l'huile de graissage; la pompe M l'envoie dans le réservoir supérieur O, d'où elle se répand ensuite sur les parties frottantes de l'arbre. Cette pompe à simple effet est mue, ainsi que le régulateur à boules, par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un pignon denté. Une soupape supplémentaire P permet d'admettre par l'orifice Q de la vapeur à haute pression dans la chambre E dans le cas d'une surcharge. Le régulateur à boules, maintenu par un ressort supérieur, provoque un mouvement de va-et-vient de deux leviers horizontaux qui, par l'intermédiaire d'un excentrique, ouvrent plus ou moins la valve d'admission. Ces admissions qui s'effectuent à des intervalles de temps égaux sont plus ou moins prolongées suivant la charge et sont telles qu'à pleine charge, la vapeur est admise par émissions presque continues. La valve d'admission est par suite cons-

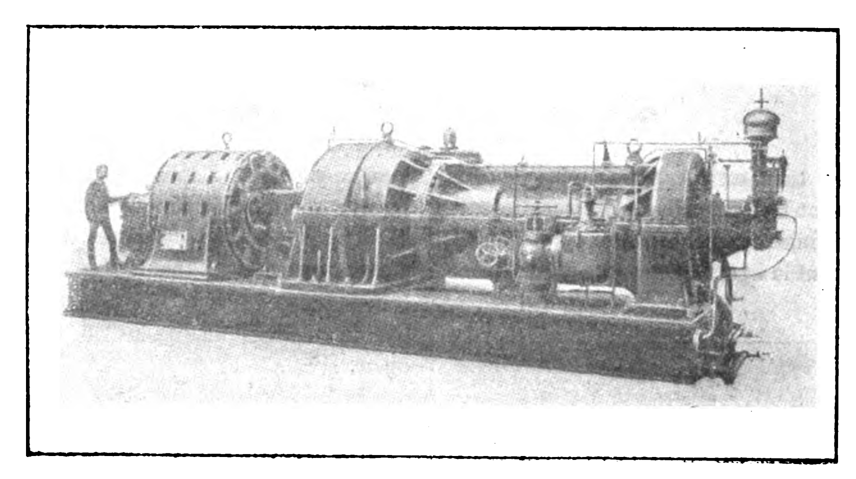


Fig. 4. — Groupe électrogène de 1500 Kw avec turbine à vapeur Westinghouse-Parsons.

tamment en mouvement et quand la charge vient à varier, il ne se produit aucun choc ni aucun accroissement brusque de vitesse; de même le régulateur n'a pas à vaincre un effort plus grand pendant ces accroissements et se trouve toujours prêt à fonctionner régulièrement dans ses nouvelles positions. M. Parsons a également imaginé un régulateur électrique qui peut rendre d'excellents services dans maintes circonstances; il agit comme le précédent sur le valve d'admission D par un mouvement continu d'oscillation d'un fléau BC (fig. 2); ce mouvement de va-et-vient est donné en A, les points B et C étant fixes, et il s'obtient à l'aide de solénoïdes dont le noyau est attiré par des bobines dont l'une est en dérivation avec l'excitatrice, dans le cas d'un ensemble générateur comprenant un alternateur. Ce régulateur présente de grands avantages puisque son fonctionnement dépend de la marche de la génératrice et réagit sur celle de la turbine. Les bobines peuvent être alors disposées et groupées de différentes manières pour opérer ce réglage.

Les ailettes des turbines Westinghouse-Parsons ont des dimensions variables suivant la place qu'elles occupent sur les différents cylindres; elles mesurent ordinairement de 0,012 m à 0,177 m de longueur; leur nombre varie naturellement selon les turbines. Dans celles de 300 kw, elles sont au nombre de 31 073 dont 16 095 sont mobiles; la pression que chacune d'elles exerce sur l'arbre varie de 30 gr à 22 gr. Ces ailettes faites de métal très résistant sont soigneusement assemblées et leur usure est à peu près nulle. Si quelques-unes viennent à se rompre, on peut facilement les remplacer en très peu de temps en insérant de nouvelles ailettes dans les rainures. Il n'y a donc pas besoin de machine de rechange, ce travail s'effectuant très rapidement. D'ailleurs, les résultats obtenus après de longs services sont tels que, dans une station génératrice contenant

onze turbines de 75 à 150 kw, le coût total d'entretien et de réparation, y compris les chaudières, les condenseurs, les génératrices et les câbles, n'a pas dépassé 1,80 fr par kw et par an. On le comprend aisément puisqu'il n'y a aucune partie frottante, à l'exception des deux coussinets. Aussi les applications des turbines dans les stations d'énergie se multiplient-elles de jour en jour.

Précédemment, nous avons mentionné les turbines employées à Elberfeld, en Allemagne (1), celles des usines Westinghouse Air Brake. Aujourd'hui, nous montrons à nos lecteurs (fig. 3) la partie tournante d'une turbine à vapeur Parsons en construction, destinée à la Compagnie d'éclairage électrique de Hartford; c'est une turbine de 3000 ch à quatre cylindres accouplée à une génératrice de 1500 kw. Le poids de cette partie mobile est de 12 684 kg; sa longueur totale, 6 m, et le plus grand cylindre mesure 1,82 m de diamètre. Les dimensions du groupe électrogène complet (fig. 4) sont les suivantes : longueur, 10,60 m; largeur, 2,65 m; poids total, 33 975 kg. On voit que l'espace est très minime comparé aux moteurs à vapeur ordinaires; dans de nombreux cas, cet avantage est de grande importance et milite en faveur des turbines. L'*Electricien* a donné dans son dernier numéro quelques chiffres sur la consommation de vapeur de ces turbines selon la charge.

Georges Dary.

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES MIXTES

A ADHÉRENCE ET A CRÉMAILLÈRE

DE LA COMPAGNIE DE L'OUEST LYONNAIS

Ces locomotives (fig. 1, 2 et 3) ont été étudiées et construites en commun par MM. Brown Boveri et Cᵒ, de Baden, et la Société Suisse pour la construction de locomotives et de machines à Winterthur. Elles sont destinées à l'exploitation de la partie à fortes rampes des lignes de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais, entre la ville de Lyon et le plateau de Saint-Just.

Elles peuvent remorquer, à la vitesse d'environ 9 km à l'heure, des trains de 28 tonnes, soit par adhérence simple jusqu'à la rampe de 6 0/0, soit par crémaillère sur des rampes atteignant 19 0/0.

(1) *Electricien*, 1900, 2ᵉ semestre, p. 239.

Le poids de la locomotive est de 12 tonnes.

Le mécanisme à adhérence et celui à crémaillère sont commandés par deux systèmes moteurs entièrement distincts.

La commande des roues à adhérence (voie de 1 m) est celle des tramways ordinaires; chaque essieu est pourvu d'un moteur-série de 25 chx, à 300 tours, qui l'attaque par simple réduction. Cette puissance de 25 chx étant insuffisante pour produire le patinage, les moteurs à adhérence peuvent, dans les montées, aider de toute leur puissance le mécanisme à crémaillère.

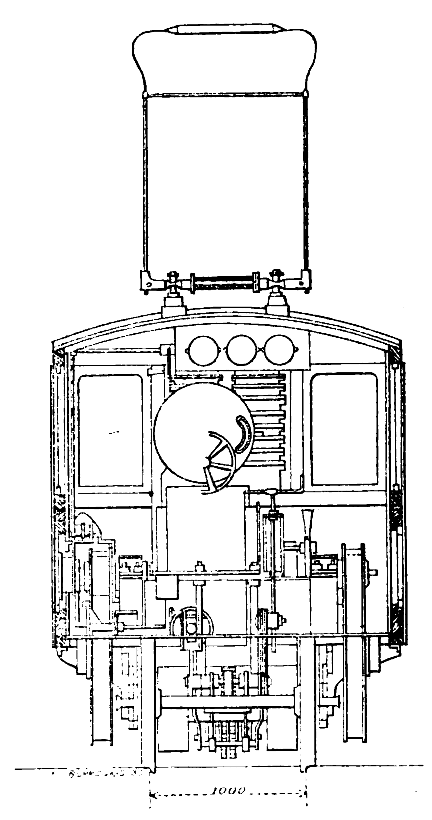


Fig. 1. — Locomotive électrique à adhérence et à crémaillère de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Coupe en travers.

Les deux roues pour la crémaillère Abt sont commandées par un moteur unique d'une puissance de 150 chx à 700 tours. Ce moteur attaque les roues par un double train d'engrenage, comportant deux arbres intermédiaires.

Ce dernier moteur est placé à l'intérieur de la caisse, ce qui a permis de le laisser ouvert pour faciliter la ventilation. Il est excité en dérivation et l'excitation est variable. L'augmentation d'excitation est utilisée, d'une part dans les démarrages, d'autre part dans les descentes, le moteur étant utilisé comme frein en fournissant

du courant à la ligne sans variation sensible de sa vitesse.

Ce moteur est pourvu d'un induit en tambour denté, enroulé en série. Les barres qui constituent l'enroulement sont logées dans des cannelures et retenues, sans frettage, par des cales isolantes.

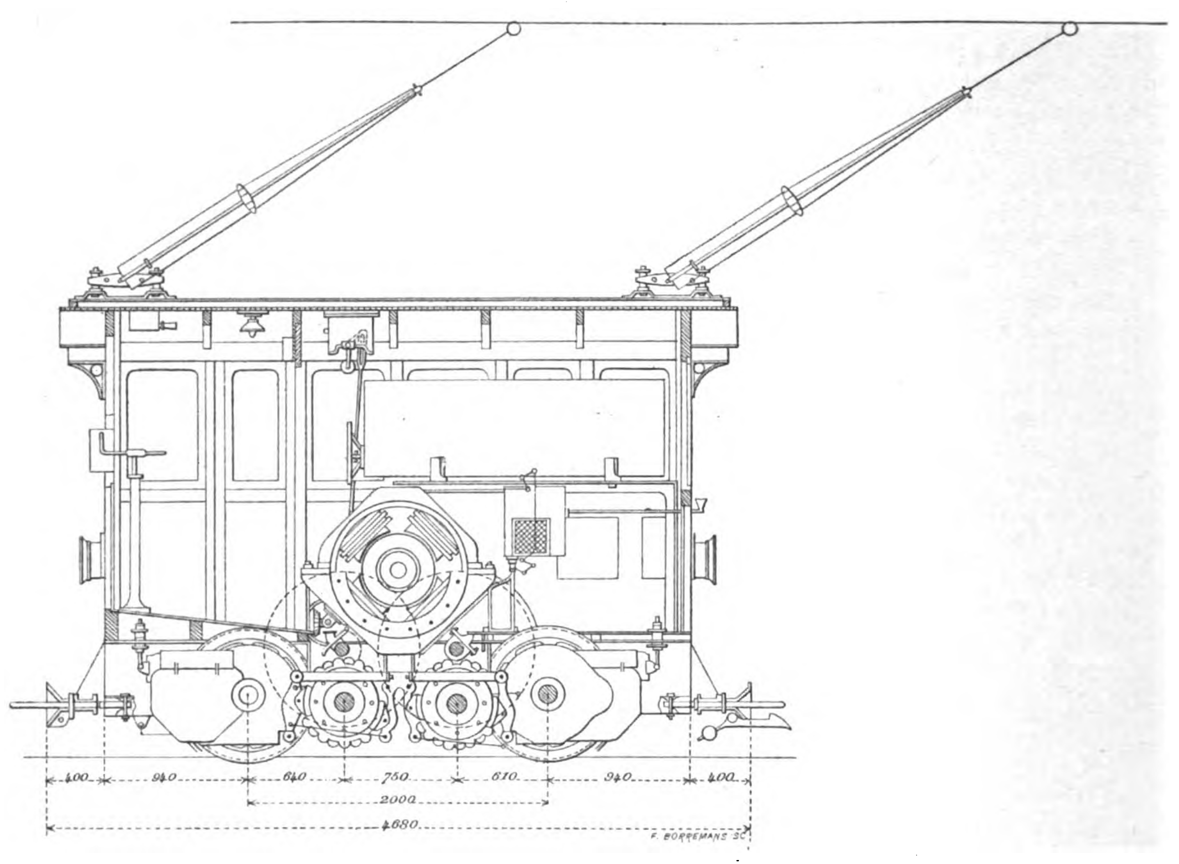


Fig. 2. — Locomotive électrique à adhérence et à crémaillère de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Élévation.

Les bobines inductrices sont sectionnées afin d'augmenter leur surface refroidissante, cette disposition ayant pour effet de leur permettre de supporter plus facilement l'augmentation d'intensité pendant les descentes.

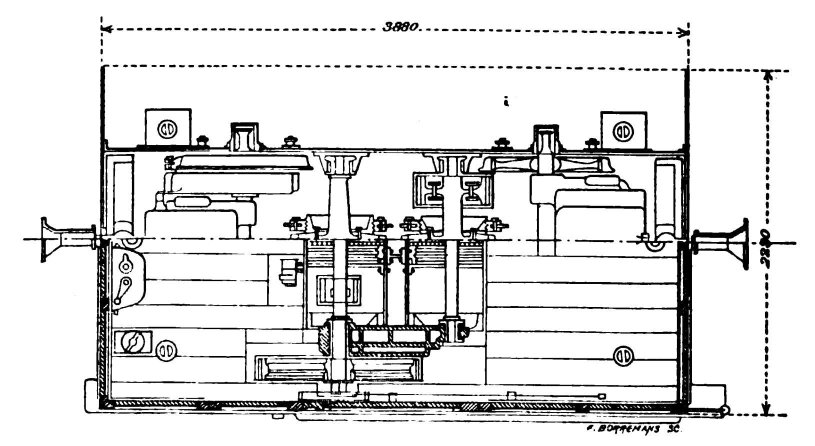


Fig. 3. — Locomotive électrique à adhérence et à crémaillère de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Plan.

Le courant pour les deux systèmes moteurs est pris à 500 volts, sur un fil aérien, par deux archets qui sont étudiés de façon à pouvoir prendre toutes les positions entre la verticale et l'horizontale. Cette disposition est nécessitée par la grande différence de hauteur du fil aux



divers points de la ligne de Lyon-Fourvière. Cette hauteur atteint 6 m sur les sections à ciel ouvert, alors que dans les tunnels le fil se trouve au voisinage du toit des voitures.

Chaque locomotive est pourvue de plusieurs freins :

1° Deux freins à vis indépendants l'un de l'autre et agissant sur les roues dentées motrices;

2° Un frein à vis agissant sur les roues à adhérence;

3° Un frein de secours automatique, agissant sur les roues dentées, lorsque la vitesse dépasse une certaine valeur ou que le courant se trouve accidentellement interrompu.

A cet effet, un solénoïde est intercalé sur le passage du courant. Si ce solénoïde cesse d'être excité, il laisse tomber un noyau de fer doux qui déclenche le frein de secours en même temps qu'il fait fonctionner des interrupteurs. On évite ainsi que le courant ne soit remis brusquement sur les moteurs, au cas où il viendrait à être rétabli sur la ligne.

La locomotive comporte tous les appareils de contrôle et de sécurité ordinaires : voltmètre, ampèremètre, coupe-circuits, parafoudre.

Elle est éclairée électriquement.

La caisse est en bois et vitrée de tous côtés, afin de laisser au mécanicien la vue libre sur la voie.

F. DROUIN.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 25 mars.

L'éclairage électrique de Londres. — Un complément d'informations vient d'être soumis au Board of Trade sur la question de la distribution de l'énergie à 200 volts par les ingénieurs de plusieurs compagnies d'électricité. On démontre la nécessité de cette transformation et les avantages qu'en retireront les abonnés. M. Baynes, l'ingénieur de la station municipale de Saint-Pancrass à Londres, déclare que lorsque sa station a commencé à fonctionner, la tension aux bornes des lampes était de 100 volts, mais que lorsqu'on l'éleva à 200 volts, un seul abonné s'y refusa; or, il en a coûté 2500 *livres* pour continuer à fournir de la basse tension à ce seul consommateur. D'un autre côté, cependant, M. H. Massey, faisant remarquer le revers de la médaille, fait observer que l'abonné ne doit pas être forcé de supporter les dépenses inhérentes à cette transformation; si, par exemple, on avait dû remplacer les canalisations des 2 ou 3000 lampes qui garnissent les salles de Buckingham Palace, cela aurait coûté environ 1500 livres. On a élaboré un projet de clause qui donne au Board of Trade le droit de se dispenser du consentement d'un abonné opposant, après toutefois examen des détails de l'affaire.

L'une des compagnies de distribution de Londres vient de comparaître en justice. La Compagnie Metropolitan Electric Supply avait la permission de la Fabrique de Marylebone d'élonger des câbles dans certaines rues étroites spécifiées; mais où elle a outrepassé ses droits, c'est lorsque d'abord elle a posé ses canalisations côte à côte au lieu de les mettre les unes au-dessus des autres, puis d'en ajouter cinq nouvelles sans en avoir obtenu la moindre autorisation. La Compagnie allègue que les besoins urgents de ses abonnés réclamaient ce travail immédiat; mais comme elle ne présentait, en réalité, aucune justification de ses contraventions et que souvent les compagnies d'éclairage prennent une autorité trop grande en face des municipalités, la compagnie en question a été condamnée à une forte amende.

A l'assemblée générale de la dite Compagnie, on a constaté cette année une augmentation de 70 000 lampes de 8 bougies. Heureusement qu'elle possède un matériel générateur suffisant pour satisfaire toutes demandes. A la station de Willesden, qui a été inaugurée l'année dernière avec trois alternateurs Westinghouse de 2 500 ch, deux nouveaux groupes de même puissance vont y être installés; ils seront certainement prêts à fonctionner pour l'hiver prochain et porteront la puissance totale de la station à 12 500 ch pouvant alimenter 500 000 lampes. La Compagnie a récemment dépensé de grosses sommes pour transformer son système en courant continu afin de fonctionner avec plus d'économie. Actuellement, la Compagnie emprunte la plus grande partie de son énergie à la station de Willesden, à l'aide d'une ligne principale qui va jusqu'à la cité, mais elle prend des dispositions pour pouvoir doubler cette ligne et compte en établir une seconde par une autre route, de manière à l'utiliser dans le cas d'insuffisance de la première.

La Compagnie Charing Cross and Strand a alimenté 37 000 lampes de plus en 1900 et elle peut satisfaire les nombreuses demandes de force motrice qu'on lui fera maintenant que ses canalisations atteignent le quartier des imprimeurs de la Cité. Les recettes ont été de 16 000 livres au-dessus de celles de 1899, mais le prix élevé du charbon les a réduites à près de 8 000 livres. La Compagnie a eu un incendie grave à l'une de ses stations, ce qui, bien entendu, ne lui a procuré que des pertes, mais elle augmente malgré cela ses stations et se montre fort entreprenante. En plus de sa station primitive de Maiden Lane, elle a une grande station génératrice à Lambeth d'où l'énergie est transmise à haute tension à une nouvelle sous-station à Short's Gardens où se trouvent des moteurs générateurs de 1 500 kw et des batteries d'accumulateurs de 400 kw. En outre, elle construit une nouvelle station dans le district ouest; une autre de 600 kw vient d'être inaugurée à Ludgate Hill, une cinquième s'édifie à Tenchurch Street, tandis que s'achève activement sa grande station de Bow, d'où l'énergie sera transmise dans la Cité. Cette Com-

pagnie devient un concurrent sérieux pour la Compagnie City of London, car elle se prépare au total à distribuer le courant dans 55 rues de la Cité en plus de toutes celles qu'elle alimentait primitivement dans l'Ouest; elle a payé 9 0/0 comme dividende à ses actionnaires ordinaires.

La Compagnie Chelsea a réduit son dividende de 6 à 5,5 0,0; l'administration se plaint du prix toujours élevé du charbon (soit un accroissement de dépenses de 1 800 livres) et d'une diminution de recettes par unité vendue. Ce dernier résultat est dû à la réduction des tarifs des abonnés qui sont alimentés sous 200 volts. L'adoption du système à demande maximum a apporté un certain nombre de consommateurs petits mais réguliers. La Compagnie a augmenté sa distribution cette année de 16 400 lampes.

La Compagnie Brompton et Kensington a complété le renouvellement de sa station en supprimant l'ancien matériel à vapeur horizontal; elle a maintenant des moteurs verticaux extra-modernes qui lui procurent une grande économie dans la production; de plus, l'ancien matériel occupait environ cinq ou six fois plus de place que le nouveau, aussi la nécessité de construire une nouvelle station est-elle devenue moins urgente. Les actionnaires ordinaires ont touché 6 0/0.

La Compagnie Notting Hill alimente 91 0/0 de ses abonnés avec des courants à 200 volts. Le prix du charbon et le remplacement de ses accumulateurs ont réduit les bénéfices de l'année. Le matériel ne pouvait supporter toutes les demandes aussi bon nombre d'entre elles ont dû être refusées; on n'a augmenté la distribution que de 9 000 lampes. Cette Compagnie et la Kensington and Knightsbridge C°, construisent conjointement une station d'où l'energie sera transmise à des sous-stations installées dans leurs zones respectives. Le coût des travaux a été de 100 000 livres; cette station va être inaugurée sous peu et la Compagnie Notting Hill va pouvoir accepter de nouveaux abonnés. Le dividende payé a été de 7 0/0.

La Compagnie Westminster Electric Supply a alimenté 48 000 lampes de plus que l'année dernière. Mais l'augmentation de prix du charbon et la réduction des tarifs par suite de la distribution à 200 volts a fait baisser les bénéfices; la dépense du charbon a été de 50 0/0 supérieure. La Compagnie a produit près de 9 millions d'unité; 470 000 lampes ont été alimentées et les demandent croissent toujours. Mais le dividende pour cette année a été de 10,5 0/0 au lieu de 13. Une somme considérable a été consacrée à la construction d'une station conjointement avec la Compagnie de Saint-James; mais cette nouvelle station ne sera achevée qu'en 1902.

La Compagnie Saint-James et Pall Mall a payé un dividende de 14,5 0/0; elle a fourni 21 600 lampes supplémentaires, près de 6 000 000 d'unités ont été produites pendant l'année avec une alimentation totale de 186 000 lampes.

La Compagnie Kensington et Knightsbridge s'est plainte du prix élevé du charbon (soit une dépense supplémentaire de 2 000 livres) et de l'absence des brouillards. Elle a alimenté 15 536 lampes de plus cette année et a produit un total de 2 630 480 unités. Le dividende payé a été de 12 0/0.

Les chiffres ci-dessus montrent que toutes les compagnies ont eu à peu près les mêmes ennuis, mais qu'une fois ces incidents surmontés elles seront dans une situation fort prospère. Nous n'avons pas mentionné parmi ces compagnies la City of London, car tous les renseignements ne sont pas encore publiés. Cependant nous savons que 11 millions d'unités ont été vendues et que l'on compte de 5 à 600 000 lampes dans le réseau de distribution. Mais par suite des prix élevés du charbon et des pertes résultant de la haute tension, ce qui a provoqué un abaissement des tarifs, il n'y a pas eu de bénéfices assez grands pour permettre le paiement d'un dividende aux actionnaires ordinaires qui avaient reçu 4 0/0 en 1899 et 6 0/0 en 1898. Et pourtant cette compagnie alimente un des meilleurs quartiers de Londres et fait argent de tout. Avec les concurrences naissantes on peut se demander ce qu'il adviendra des profits réalisés!

***

Nouveaux instruments électriques de mesure. — M. Rollo Appleyard vient de présenter quelques nouveaux appareils à la Société de physique. L'un d'eux consiste en un pont pour la mesure des conductances de fils.

La partie glissante, au lieu de former les deux bras d'un pont, n'en forme qu'un, et la longueur est proportionnelle à la conductance à mesurer. Si le bras qui contient le fil étalon est modifié, il devient nécessaire de changer les divisions de l'échelle sur le fil glissant. Cela s'obtient à l'aide d'un dispositif mécanique. Un autre appareil présenté est un galvanomètre à lampe. La lumière est produite par une lampe de 1/4 de bougie sous 4 volts et l'auteur montre les bons résultats que l'on peut obtenir, à l'aide de cet instrument, avec l'emploi d'une grande lentille convergente.

***

Isolation des câbles. — Une conférence très importante et fort étendue sur les câbles et leur isolation vient d'être faite, à l'Institution des ingénieurs électriciens de Londres, par M. Mervyn O'Gorman. Il commence par quelques remarques sur l'importance de l'industrie des câbles électriques et sur la nécessité des recherches scientifiques à ce sujet. On fabrique, en Angleterre, annuellement des câbles dont le prix oscille de 1 à 2 millions de livres, sans compter les câbles téléphoniques et les câbles sous-marins; la production totale atteint 3 millions de livres par an. Un faible pourcentage du profit est consacré aux recherches scientifiques, bien que ces recherches soient absolument nécessaires aux besoins de l'industrie, non seulement au point de vue des matières premières, gutta, caoutchouc, cuivre, plomb, etc., mais encore au point de vue de la fabrication, qui peut se modifier.

M. O'Gorman déclare que, suivant le choix de courants continus ou alternatifs, l'endurance du cuivre est différente, et que l'on n'y a jamais apporté une suffisante attention. Dans le cas d'une installation à basse tension, un câble transmettant 1000 kw, par exemple, lorsque l'isolation est devenue insuffisante après une période de temps que l'on peut évaluer en moyenne à trente ans, la valeur du cuivre reste la même, c'est-à-dire 70 0/0 de la valeur du câble.

Dans le cas de haute tension, 10 000 volts, lorsque l'isolation devient mauvaise, le cuivre a perdu de sa valeur, et le premier câble, au bout de trente ans, vaut 50 0/0 de plus que le second. Mais comme, d'après cela, un câble à haute tension est chose plus profitable à fabriquer qu'un câble à basse tension et est d'un meilleur rapport, les constructeurs ne s'en inquiètent pas. Le marchand a supprimé l'homme scientifique et ne regarde que les bénéfices à retirer de son œuvre; il connait parfaitement les prix et les cours des marchés pour le cuivre, la gutta et le plomb, et il préfère continuer le commerce qui l'enrichit que de se mettre à la recherche de quelque nouveau diélectrique qui lui prendra son temps et son argent.

Certains détails de fabrication présentent également des points faibles. Ainsi, par exemple, il y a deux ans, Steinmetz annonçait que l'on avait découvert que l'effet disruptif d'une tension alternative sur les huiles lourdes était plus grand que dans le cas d'oscillations à haute fréquence. M. O'Gorman demande si l'on n'avait pas connu ce fait depuis plusieurs années. Puis il retrace d'une manière intéressante l'historique des développements de la manufacture des câbles et ce que l'on a réalisé pour atteindre le bon marché.

Comme le prix du câble dépend du diamètre extérieur, les efforts doivent tendre à trouver des substances qui, bien que minces, offrent une grande résistance à la rupture.

L'auteur, se rapportant à la vie moyenne des câbles actuels, qu'il a déclaré être d'environ trente ans, ajoute : « L'augmentation de ce que nous pouvons appeler la dépréciation électrostatique d'un câble sous de très hautes tensions est, je le crains bien, à peu près inconnue, quant à présent, et cependant les grandes compagnies d'énergie électrique devraient être disposées à payer des chercheurs qui modifieraient cet état de choses et permettraient alors de dépasser le maximum de tension atteint jusqu'ici. On pourrait faire de sérieux progrès en peu de temps. Ces recherches pourraient aussi incidemment expliquer un fait surprenant relativement aux câbles à haute tension, à savoir : la grande épaisseur du diélectrique comparée à la force actuelle des matériaux employés. » M. O'Gorman discute et examine ensuite certains détails, comme l'uniformité de contexture de l'enveloppe d'un câble, de manière à obtenir les meilleures conditions possibles pour diminuer les pertes d'énergie et d'augmenter la résistance à la rupture; il décrit les méthodes employées pour déterminer la capacité électrostatique; il déclare qu'il n'y a pas de méthode assez simple de calculer les capacités de câbles à revêtement de plomb et à noyau non concentrique. Il parle ensuite de la valeur de cette capacité, de l'épaisseur radiale du diélectrique, de la forme des conducteurs du système triphasé et à simple phase. Enfin il donne des chiffres et des courbes qui montrent les prix des différents câbles de toute dimension pour la transmission à 47 milles.

Plusieurs appendices accompagnaient ce rapport; les extraits succincts que nous avons résumés ci-dessus suffisent pour faire comprendre l'importance de ce travail et son but.

BIBLIOGRAPHIE

Kurzer Abriss der Elektricitæt (*Court exposé de l'Électricité*), par le docteur L. Graetz, professeur à l'Université de Munich. Un vol. in-8° de 128 pages avec 148 figures. Prix : 3 marks (Stuttgart, librairie J. Engelhorn).

Cet excellent ouvrage est un véritable livre de vulgarisation scientifique. Comme l'indique dans la préface, le savant professeur bien connu par ses ouvrages techniques sur l'électricité, l'ouvrage, quoique très élémentaire et destiné au grand public, est cependant conçu dans un esprit éminemment scientifique. Dès le début de l'ouvrage, l'auteur considère l'électricité comme un mouvement vibratoire de l'éther, ce qui lui permet à la fin d'aborder l'étude des oscillations d'une façon simple et claire.

A l'inverse de beaucoup d'autres ouvrages du même genre, la partie théorique n'est pas séparée de la partie application; après avoir étudié chaque phénomène, l'auteur passe immédiatement à la description des diverses applications industrielles.

CHRONIQUE

Fabrication électrique de l'acier.

M. Kjellin, ingénieur attaché aux forges de Güsingen, aurait trouvé le moyen d'obtenir électriquement de l'acier. Cette fabrication se fait actuellement dans une petite dépendance de l'usine ci-dessus : elle donne un rendement quotidien d'environ 1200 kg d'excellente qualité; l'application de la méthode Kjellin promet de donner des bénéfices importants, en raison du peu d'élévation du prix de revient. L'usine de Güsingen est sur le point d'installer une station génératrice sur le Dalef afin d'utiliser la chute importante de ce cours d'eau à la production de l'énergie électrique qui lui est nécessaire pour exploiter en grand le nouveau procédé. — G.

Un chemin de fer électrique pour le transport des marchandises.

Un chemin de fer électrique destiné au transport exclusif des marchandises, va être incessamment ouvert à l'exploitation dans le voisinage de Berlin. Il s'agit d'une ligne qui reliera la gare de Rummelsburg à Ober-Schönweide, sur la rive droite de la Sprée. Les rails sont déjà posés. Le nouveau chemin de fer, à voie normale, servira à amener les wagons de marchandises, sans transbordement, depuis la gare de Rummelsburg jusque dans les cours des fabriques d'Ober-Schönweide. La traction aura lieu au moyen de locomotives électriques qui emprunteront le courant nécessaire à un conducteur aérien disposé au-dessus de la voie. — G.

Un dispositif de sûreté destiné à prévenir les accidents de tramways électriques.

Le journal de l'*Union des Administrations allemandes de chemins de fer* nous apprend que l'on vient d'adopter, sur les réseaux des tramways électriques de cette ville, un dispositif protecteur éminémment pratique, qui est destiné à prévenir tout grave accident dans les rues. L'inventeur de ce dispositif, M. Schieman, n'a certes pas atteint la perfection, mais son appareil ne mérite pas moins, en raison de son caractère original, d'être signalé. En effet, l'appareil en question est d'un fonctionnement extrêmement simple; il intervient avec une régularité presque absolue en cas de besoin, et il empêche la personne renversée par une voiture de tomber sous les roues. Alors que l'appareil américain de même espèce, dit « Providence Fender », ne fonctionne qu'à la suite d'une manœuvre du conducteur qui doit appuyer le genou contre un levier, l'appareil de M. Schiemann, lui, entre automatiquement en fonctionnement au moment critique, sans que le wattman ait à exécuter la moindre opération. Sur l'avant de la voiture, à 8 ou 10 cm au-dessus de l'arête supérieure du rail, est fixé un treillis protecteur. Si un piéton, en heurtant la plate-forme d'un véhicule, vient à tomber sur le rail, au moment où le treillis touche le corps, l'appareil entre en activité. Le choc du corps contre le treillis fait immédiatement tomber un dispositif ramasseur, construit en bois et placé devant les roues, lequel dispositif recueille le corps couché sur la voie. Pour empêcher que, par suite de l'intervalle existant entre l'appareil protecteur et le sol, la voiture écrase le corps couché, des dispositifs spéciaux rendent le fait impossible. Comme cet appareil protecteur est mobile et que le contact avec un objet fixe lui imprime une révolution, il arrive que le corps menacé roule doucement sur le *ramasseur*. En outre, l'appareil fonctionne automatiquement lorsque, ainsi qu'il arrive toujours à un moment de danger, le levier se trouve placé sur le dernier contact du frein électromagnétique. En outre le fonctionnement de l'appareil Schiemann amène à s'ouvrir automatiquement un récipient qui répand du sable sur les rails; par suite, le véhicule lancé à toute vitesse est bientôt amené à s'arrêter. Jusqu'ici, les roues soumises tout d'un coup à l'action des freins effectuaient encore un certain parcours (de 12 à 15 m), par suite de la minime résistance de frottement offerte par les rails, lorsque le wattman n'avait pas eu le soin de jeter promptement quelques poignées de sable sur la voie. On peut se dispenser aujourd'hui d'un pareil expédient et d'autres encore, car la machine qui fonctionne, elle, sûrement et régulièrement, exécute avec plus d'efficacité les multiples opérations que le wattman devaient autrefois faire instantanément avec une grande présence d'esprit. Le perfectionnement apporté au système des freins permet, en cas d'accident, d'arrêter la voiture assez à temps pour que le corps menacé n'entre point en contact avec elle ou tout au moins pour qu'il ne soit pas jeté par trop brusquement sur le ramasseur. — G.

-oo-

Un frein de sûreté pour tramways.

M. L. von Planta, directeur du réseau des tramways de Lucerne, vient d'inventer un frein qui peut arrêter presque immédiatement, en ne lui laissant plus effectuer qu'un parcours très minime, une voiture de tramway lancée à toute vitesse, et cela sans que les voyageurs qui se trouvent à l'intérieur du véhicule ressentent un choc plus violent que celui produit quand le wattman serre aujourd'hui brusquement son frein à main.

Le département des chemins de fer de la Confédération helvétique s'est fait représenter aux essais pratiqués sur une voiture munie du frein Planta et ses délégués ont exprimé leur vive satisfaction au sujet des résultats absolument étonnants qu'a donnés la nouvelle invention.

En effet, une voiture du poids de 9 tonnes et descendant, à une allure de 25 km à l'heure, une pente de 30 0/00, s'est arrêtée en ne parcourant plus que la distance de 1,80 m à partir du moment où le frein a commencé à fonctionner. L'inventeur assure qu'il pourrait obtenir un arrêt encore plus rapide.

Le wattman actionne son frein de sûreté au moyen des connexions qu'il a sous la main. Deux minutes après l'arrêt, la voiture peut reprendre sa marche et le frein peut fonctionner de nouveau. Le principe de l'appareil repose sur la combinaison originale d'un frein électrique qui agit simultanément avec un dispositif automatique d'échappement de sable et avec une tige d'arrêt.

Une société s'est formée à Bâle pour exploiter le brevet de M. Planta. — G.

-oo-

Un nouveau filament pour lampes à incandescence.

Suivant notre confrère l' « Elektrotechnische Rundschau » de Francfort-sur-Mein, M. Charles Kellner de Vienne vient de faire breveter un nouveau filament pour lampes à incandescence qui, pour une consommation d'énergie électrique égale à celle qu'absorbent les filaments actuels, donne un plus grand pouvoir éclairant. On peut obtenir le nouveau filament suivant deux procédés différents.

Le premier procédé consiste à donner la forme d'un filament, sous l'action d'une très forte pression, à un métal infusible tel que le thorium que l'on a au préalable réduit en fine poussière; ensuite on oxyde sur sa superficie le filament obtenu, en le portant au rouge dans un liquide oxydant où il sert d'anode pour un électrolyte dont la décomposition donne de l'oxygène. La couche d'oxyde ainsi déposée adhère très fortement, paraît-il, au métal.

Le second procédé est le suivant : on forme le filament en agglomérant des oxydes métalliques qui ont la propriété de devenir incandescents à une température relativement basse, avec une minime quantité de cellulose dissoute dans du chlorure de zinc. Ces oxydes ont été, au préalable, réduits en une poudre très fine. On obtient les filaments par compression et après calcination, ce qui transforme la cellulose en carbone amorphe; on soumet ensuite les filaments à l'action d'un courant pour transformer à nouveau ce carbone amorphe en un graphite très compact. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. de Soye et Fils, Impr., 18, R. des Fossés-S.-Jacques



SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES (1)

Perméamètre Hartmann et Braun. — Cet instrument permet de déterminer la perméabilité d'un échantillon de fer par une méthode de mesure du champ magnétique dans lequel on le place, méthode imaginée par Lénard. Elle est fondée sur la propriété que possède un fil de bismuth d'avoir une résistance électrique qui augmente, toutes choses égales d'ailleurs, avec l'intensité du champ magnétique dans lequel il est placé.

Sauf pour les champs magnétiques de faible intensité, la variation relative de la résistance du fil de bismuth est sensiblement proportionnelle à la valeur du champ qui agit sur lui.

Le fil employé pour la mesure des intensités de champ doit être en bismuth chimiquement pur; il est isolé à la soie et contourné en une double spirale plate dans le but d'annuler les effets de self-induction.

Les extrémités du fil, qui n'a que 0,1 mm de diamètre, sont soudées à deux tiges plates en cuivre, isolées l'une de l'autre et terminées par des bornes (fig. 5). Sur chacune des deux faces de la spirale et afin de la protéger contre tout accident, on colle un petit disque de mica.

La spirale a environ 20 mm de diamètre et son épaisseur totale ne dépasse pas 1 mm, afin de pouvoir l'engager facilement dans l'entrefer très étroit d'un circuit magnétique. La longueur de l'appareil complet est de 25 cm.

A chaque variation de valeur de l'intensité du champ correspondant à 1000 gauss, la spirale de bismuth placée dans ce champ subit

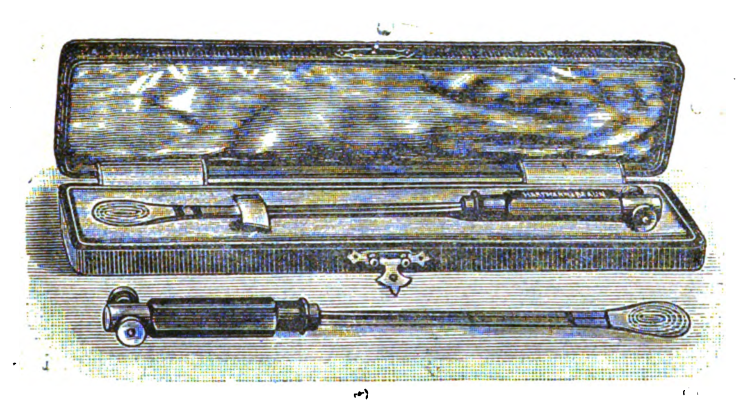


Fig 5. — Spirale de bismuth de Lénard.

une variation relative de résistance d'environ 5 0/0.

Les bornes de la spirale sont reliées à un pont à fil divisé qui permet, à chaque instant, de mesurer sa variation de résistance.

On introduit alors la spirale dans le champ magnétique à étudier en ayant soin de la placer de manière que son plan soit perpendiculaire à la direction du flux. Quand on ne connaît pas cette direction, on cherche la position de la spirale pour laquelle la résistance est maximum.

Comme la résistance du bismuth augmente avec la température, il est nécessaire de n'utiliser que des courants de faible intensité pour effectuer la mesure de la résistance à l'aide du pont à fil divisé et de ne fermer le circuit de ce dernier que pendant le temps strictement nécessaire pour faire la lecture au galvanomètre.

On détermine successivement la résistance R_1 de la spirale à la température ordinaire et sa résistance R_2 à la même température, mais placée dans le champ magnétique à étudier.

La variation relative de résistance est donnée par l'expression :

$$\frac{R_2 - R_1}{R_1}$$

qui permet de déterminer la valeur de l'intensité du champ magnétique au point où se trouvait placée la spirale.

A cet effet, on utilise la courbe d'étalonnage livrée avec chaque spirale (fig. 6), courbe sur laquelle les valeurs de l'intensité du champ sont portées en abscisses et les rapports $\frac{R_2 - R_1}{R_1}$ en ordonnnées. On voit, par exemple, que si le rapport

$$\frac{R_2 - R_1}{R_1} = 0,4$$

le champ dans lequel était placée la spirale avait une intensité de 9000 gauss.

(1) Voir l'*Électricien*, n° 532, 9 mars 1901, p. 146; n° 534, 23 mars 1901, p. 177 et n° 536, 6 avril 1901.

En examinant cette courbe, on constate qu'au dessus de la valeur 6000 gauss, la résistance de la spirale augmente proportionnellement à la valeur de l'intensité du champ et la courbe, devenant une fonction linéaire, est une droite à partir de ce point.

La résistance de la spirale de bismuth est d'environ 20 ohms à la température ordinaire. Il est utile de mesurer cette résistance avant et après chaque opération afin de s'assurer qu'elle n'a pas augmenté par suite d'échauffement.

Pour mesurer les variations de résistance, on utilise un pont à fil divisé, tel que celui que représente schématiquement la figure 7.

Il se compose de deux fils calibrés le long desquels peuvent se déplacer des curseurs S_1, S_2, S_3 mobiles devant des règles divisées.

En E est une résistance exactement égale à celle de la spirale de bismuth, cette résistance étant celle qui correspond à la température la plus basse à laquelle on s'en servira.

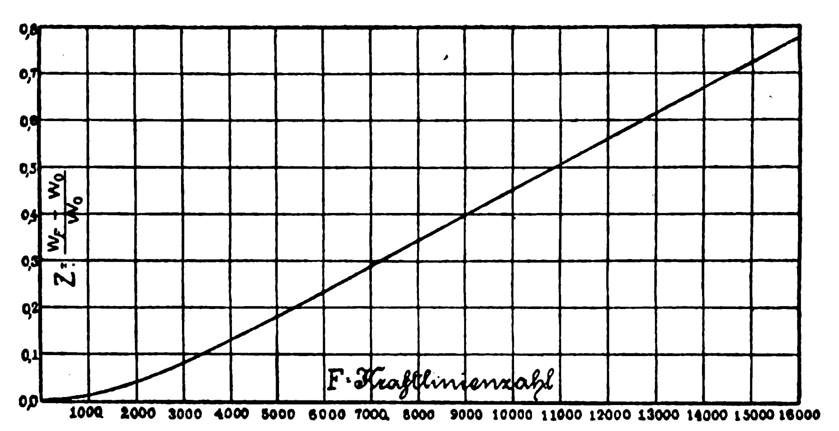


Fig. 6. — Courbe des intensités de champ en fonction de la variation de résistance relative de la spirale de bismuth.

Entre A et B se trouve une bobine de 1 ohm.

La pile du pont se branche entre les points marqués « Batt », le galvanomètre entre ceux marqués « Galv » et la spirale entre les curseurs S_1, S_3.

La spirale de bismuth étant hors de tout champ magnétique, on met le curseur S_1 au

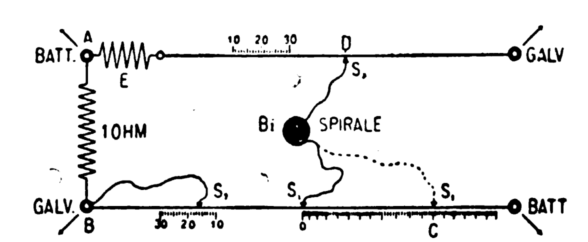


Fig. 7. — Schéma des connexions du pont double employé pour mesurer la variation de résistance de la spirale de bismuth.

zéro de son échelle et le curseur S_2 devant le chiffre qui correspond à la température de la spirale. Les divisions de la règle relative au curseur S_2 sont tracées en rouge.

On déplace le curseur S_3 jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro.

Les curseurs S_2, S_3 restant à leur place, on place la spirale dans le champ dont on mesure l'intensité et on constate que, pour ramener le galvanomètre au zéro, il faut déplacer le curseur S_1 jusqu'en C, par exemple.

La distance OC exprime la *variation relative* de la résistance de la spirale. Il reste à chercher cette valeur, lue sur la graduation, sur les ordonnées de la courbe (fig. 6), pour que l'abscisse du point correspondant fasse connaître l'intensité du champ dans lequel était placée la spirale.

Le perméamètre proprement dit se compose d'un cadre en fer de grande section dont les côtés les plus longs sont légèrement cintrés (fig. 8).

Ce cadre, qui rappelle beaucoup celui de l'instrument d'Hopkinson, porte deux trous à travers lesquels on passe à frottement doux l'échantillon à expérimenter.

Celui-ci, comme on peut le voir en haut de la figure sur la coupe du cadre, est en deux

morceaux séparés par la bobine en fil de bismuth qui vient d'être décrite.

Afin que la distance des deux parties de l'échantillon soit toujours la même, la bobine de bismuth est protégée par des disques en laiton et des ressorts en boudin font appuyer les morceaux de l'échantillon contre ces disques.

Une bobine magnétisante entoure le barreau ainsi que la spirale.

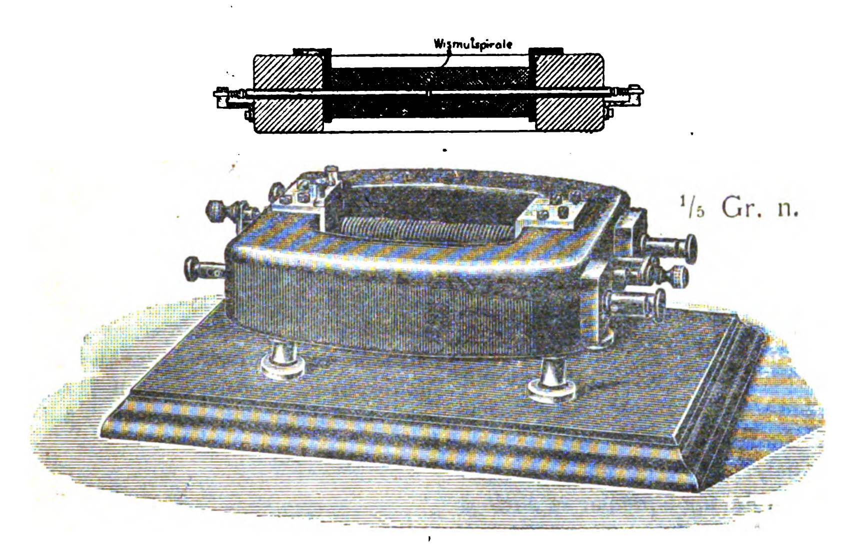


Fig. 8. — Perméamètre Hartmann et Braun.

Quand on excite cette bobine, la résistance du bismuth varie et on mesure cette variation comme il a été dit ci-dessus.

Connaissant l'intensité du courant d'excitation, le nombre de spires de la bobine magnétisante et la variation relative de résistance de la spirale, il est facile d'obtenir les valeurs de $\mathfrak{B}$ en fonction de $\mathfrak{H}$.

La figure 9 montre l'aspect d'ensemble de l'instrument complet.

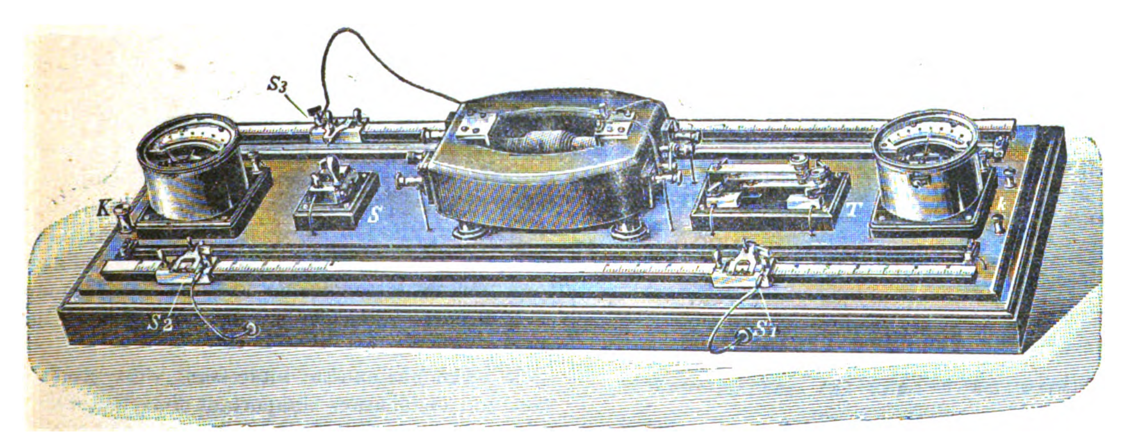


Fig. 9. — Instrument complet pour la détermination des qualités magnétiques du fer.

Le cadre en fer est placé au milieu d'une planchette de 1,10 m de long.

En avant et en arrière, sur cette planchette, se trouvent les fils calibrés du pont; S_1, S_2, S_3 sont les trois curseurs.

A droite, on aperçoit le galvanomètre apériodique et la clé T à deux contacts successifs servant aux mesures de résistance.

A gauche, on remarque l'ampèremètre destiné à mesurer l'intensité du courant magnétisant, courant qu'on peut interrompre en S.

Ce courant, fourni par quelques accumulateurs, arrive aux bornes K, la pile du pont étant reliée aux bornes *k*.

Les indications fournies par cet instrument sont très exactes et la manipulation en est fort simple.

Il y a lieu de noter que les essais doivent être cependant exécutés rapidement afin d'éviter tout échauffement de la bobine de bismuth dont la température serait alors inconnue. Si ce fait se produisait pendant les expériences, les résultats seraient naturellement erronés, puisque la variation relative de la résistance ne serait plus exclusivement due à l'action du flux sur le bismuth.

La longueur de la bobine magnétisante, mesurée entre les faces internes du cadre, est exactement de 12,56 cm. $= 4\pi$ cm.

Le diamètre du barreau à essayer est de 1 cm; les faces en contact avec la spirale de bismuth doivent être soigneusement dressées (1).

Perméamètre Siemens et Halske. — Cet instrument est, comme le précédent, disposé pour déterminer les perméabilités par une méthode de mesure des champs magnétiques, mais le principe de cette méthode est différent. En effet, ce principe, indiqué en 1886 par M. Marcel Deprez, a été appliqué par le docteur Kœpsel au perméamètre Siemens et Halske; il consiste à renverser la destination du galvanomètre Deprez-d'Arsonval.

Ce perméamètre a été déjà décrit dans l'*Electricien* (2) sous le nom de perméamètre industriel Hubert Kath à qui il a été attribué par erreur, M. le docteur Kath l'ayant simplement décrit.

J.-A. Montpellier et M. Aliamet.

(*A suivre*).

ERRATUM. — Dans notre premier article *sur les Mesures magnétiques industrielles*, il s'est glissé une erreur qu'il est important de rectifier : Page 147, à la fin de la première colonne, dans la ligne avant la formule, il faut lire l'induction EFFICACE, étant alors, au lieu de l'induction *moyenne*.

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES

SE PRODUISANT DANS LES TRANSFORMATEURS

Un transformateur est un électro-aimant dont le circuit magnétique est tout en fer et parfaitement fermé. Si on aimante fortement ce circuit et qu'on supprime le courant magnétisant, le fer conservera son aimantation pendant un temps assez long. La conséquence de cet effet donne lieu à certains phénomènes particuliers qui peuvent embarrasser ou même effrayer le possesseur de l'appareil.

Supposons qu'un transformateur soit placé, par exemple, sur un circuit alternatif à 25 périodes, et que brusquement on ouvre le circuit pendant que l'alternance positive du courant est maximum, le fer restera fortement aimanté dans une certaine direction. Fermons maintenant le circuit pendant que l'alternance est négative : le courant devra désaimanter le fer et l'aimanter dans la direction opposée, et si ceci a lieu dans 1/50 de seconde, la variation du champ magnétique est si rapide qu'il ne passera qu'un faible courant, en raison de la force contre-électromotrice. Ce courant est le courant magnétisant.

Supposons maintenant que, au lieu de fermer le circuit pendant que le courant est négatif, nous le fermions au moment où il est positif, c'est-à-dire dans la même direction que lorsqu'il a été ouvert. L'alternance positive ne peut pas aimanter le fer plus fortement ou pas beaucoup plus ; la variation

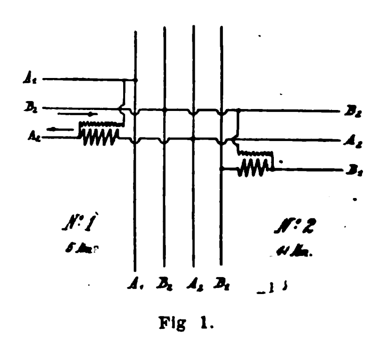


Fig 1.

du champ magnétique sera faible, si faible en réalité que le courant sera énorme pendant la durée de cette alternance positive.

Cet effet s'est produit, à ma connaissance, sur un gros transformateur à 25 périodes dont le courant normal, à secondaire ouvert, était de 30 ampères. En ouvrant et fermant successivement le circuit, on obtenait, une fois sur quatre, un courant suffisant pour déclencher un coupe-circuit de 800 ampères. On dut introduire un rhéostat liquide pour permettre au courant de prendre graduellement sa valeur normale.

Un autre phénomène intéressant s'est produit dans une installation comportant deux longs circuits souterrains, l'un de 41 km, l'autre de 5 km 1/2, alimentés par les mêmes barres de connexion, et employant tous deux des survolteurs Stillwell, comme le montre la figure 1. Les deux circuits étaient diphasés et à 3 conducteurs. Le circuit n° 1 était survolté, tandis que le n° 2 pouvait être survolté ou sous-volté. Au moment où une terre se produisit sur le circuit n° 2 dans le conducteur A_2, ce conducteur A_2 étant le siège d'une décharge disruptive, le survolteur n° 1, placé sur le même fil, fit explosion si violemment que même l'enveloppe en fonte fut crevée, pendant que les bobines se

(1) Constructeurs Hartmann et Braun, à Francfort-sur-le-Mein, représentés pour la France par MM. Richard Heller et Cie, 18, cité Trévise, Paris.

(2) L'*Electricien*, t. XVI, 1898, 2e semestre, p. 187.

séparaient l'une de l'autre. Il est à noter que c'était un transformateur de 30 kw. Lorsque cet effet se fut produit quatre fois successivement, le survolteur fut enlevé de A_2 et mis sur A_1. Depuis lors, aucun dérangement ne s'est produit.

Cet effet peut s'expliquer comme il suit :

Supposons que la tension de A_2, par rapport à la terre, soit, par exemple, un maximum positif. On obtiendra alors le courant à la terre le plus grand possible. Si alors le circuit était complètement chargé, le courant dans le survolteur était presque en phase avec la force électromotrice.

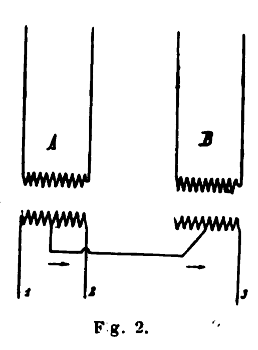


Fig. 2.

Comme la décharge a lieu très rapidement et avec une très forte intensité, elle aimante le fer dans le sens opposé à celui où il était, en le laissant dans un état tel, que l'alternance suivante (négative) n'aura pas d'aimantation à produire. En

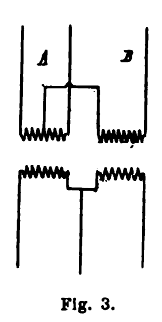


Fig. 3.

conséquence, la force électromotrice sera à peu près nulle, et l'intensité sera assez élevée pour produire les dégâts constatés.

Voici un phénomène d'un autre genre observé dans une installation où l'on produit des courants diphasés, dont on élève d'abord la tension, puis qu'on transforme en courants triphasés au moyen d'une connexion Scott, comme on le voit fig. 2.

A circuit ouvert, les tensions sont égales entre 1 et 2, 2 et 3, et 1 et 3; mais lorsqu'on charge également les trois branches du circuit triphasé, le voltage est le même entre 1 et 2 et 2 et 3, mais il peut être 15 pour 100 plus faible entre 1 et 3.

Le même effet se produit avec la distribution à deux phases et trois fils indiquée fig. 3.

De même, dans le système monocyclique, où un enroulement est placé entre l'enroulement principal et relié au milieu de celui-ci, on trouve le même dérangement lorsque les phases sont équilibrées.

En faisant la transformation de deux phases en trois phases par le système Scott, si on prenait un certain nombre de spires d'un côté du centre, de façon à pouvoir faire varier la connexion avec la charge, cet effet serait totalement évité.

On peut en donner comme il suit l'explication :

Le transformateur sur la phase A (fig. 2) ayant une alternance de courant de 1 vers 2, dans le sens de la flèche, cette alternance, lorsqu'elle finit, laisse le fer aimanté dans une direction donnée. A ce moment, une alternance commence, dans le transformateur, sur la phase B, comme le montre la flèche, et son circuit de retour part du centre du transformateur de la phase A. Si son chemin dans A, par le conducteur 1, est dans la même direction que le courant primitif de 1 à 2, ce sera un circuit bien meilleur que par le conducteur 2, où le courant aura une direction inverse.

Ce n'est là qu'un petit nombre des incidents qui peuvent se produire dans l'exploitation des transformateurs, et bien qu'ils paraissent assez simples après ces explications, que je suppose correctes, ils peuvent donner sérieusement à réfléchir et causer plus d'une difficulté pour arriver à les éviter.

Thomas W. Warley.

(D'après *The Electrical World and Engineer.*)

LES MOTEURS ÉLECTRIQUES

DANS LES IMPRIMERIES ANGLAISES

L'emploi de l'énergie électrique pour actionner des machines de toutes sortes dans les salles d'imprimerie de journaux et dans les imprimeries en général fait tous les jours de nouveaux progrès en Angleterre. Ici, comme ailleurs, dans cette branche spéciale de l'industrie comme dans les autres, le moteur électrique donne entière satisfaction, et l'économie qu'il procure, si on le compare au moteur à gaz, est des plus remarquables. Dans les plus grands ateliers d'imprimerie, on a trouvé avantageux, au point de vue financier, d'installer tout un matériel générateur, afin de produire l'énergie nécessaire et de la distribuer ensuite dans les divers services à des moteurs électriques. Dans quelques endroits, on a pris en outre des dispositions pour que, par des connexions convenables, on puisse, à un moment donné, se relier aux canalisations publiques

d'éclairage électrique, s'il arrivait quelque avarie à la petite station particulière. Ce dispositif, qui est fort bien compris et qui constitue une excellente sauvegarde pour le service des imprimeries, peut, au contraire, devenir fâcheux pour les stations publiques d'éclairage qui sont alors sous le coup d'une demande supplémentaire considérable et soudaine, demande qui n'arrive souvent qu'une fois par an, et qui cependant peut causer des ennuis aux abonnés réguliers.

Les ateliers d'imprimerie de moindre importance, dont les services ne doivent pas être considérés comme suffisamment étendus pour avoir besoin d'une installation spéciale d'énergie, peuvent réaliser des bénéfices fort respectables en empruntant le courant aux canalisations qui passent à leur porte et dont les tarifs peu élevés par unité du *Board of Trade* sont maintenant appliqués partout où il y a un réseau tant soit peu développé de distribution électrique. Il n'est pas même nécessaire de prévoir une grosse dépense d'installation pour les moteurs et l'appareillage accessoire, car dans plusieurs villes on les obtient par location ou même on les achète par annuités.

Ce système, qui est très en faveur en Angleterre, et spécialement à Bradford, a permis à de nombreux propriétaires d'imprimerie d'organiser tout un service de commande électrique dans leurs ateliers. On a souvent remarqué que le principal facteur qui s'oppose au développement de la commande électrique a été la pénurie de statistiques détaillées relativement aux installations prospères et des chiffres résumant exactement les économies réalisées.

Il est donc utile de citer à ce sujet quelques-uns des chiffres relevés récemment dans les imprimeries de Bradford par M. A.-H. Gibbings. Dans l'un de ces ateliers où se trouvait un moteur de 4 ch, et après six mois de service consécutif, on a constaté que le prix d'exploitation de la commande électrique était environ moitié moindre que celui du gaz. Ces prix, pour les six mois susdits, ont été de :

Prix de l'électricité, à 1 penny l'unité : 6 livres, 4 shillings, 5 pences.

Prix du gaz : 12 livres, 12 shillings, 11 pences.

Dans un autre exemple, aux bureaux d'un journal où se trouvaient un moteur d'un cheval et deux de 22 chevaux, on a réalisé une économie considérable et le service s'est effectué beaucoup plus rapidement et plus régulièrement. Les résultats pour six mois ont été de :

Electricité.	19 livres,	10 shillings,	9 pences
Gaz. . .	26 —	1 —	9 —

Un troisième exemple, avec un moteur de 3 chevaux, donne des résultats analogues et les avantages des moteurs électriques sur les moteurs à gaz sont déclarés *inappréciables* à tous les points de vue. On a depuis augmenté le matériel de plusieurs moteurs de 4 à 18 chevaux. Nous pourrions encore citer d'autres chiffres relatés à Bradford, mais ils semblent inutiles et les trois premiers exemples n'ont pas besoin de confirmation.

Une question qui s'élève inévitablement dans l'esprit de ceux qui veulent organiser un service de moteurs électriques dans une imprimerie est celle-ci : comment l'installation peut-elle être effectuée et doit-elle être confiée en entier aux soins de celui qui procédera aux canalisations? D'après l'avis qu'en donne M. Gibbings, cette solution ne serait pas sûre; il serait même très mauvais de confier toutes les installations qui comprennent la machinerie si complexe des imprimeries à la majorité des poseurs de fils. Il ne faut pas que l'on retombe dans le cas si souvent constaté d'installations défectueuses et dangereuses trop souvent réalisées dans les maisons pourvues d'éclairage électrique. Chaque atelier réclame des conditions et des dispositions spéciales appropriées au local et aux machines.

Nous devons ici rappeler brièvement quelques-uns des dispositifs ordinairement adoptés dans les imprimeries anglaises. Le système bien connu, Holmes-Clatworthy, est employé dans les salles d'un certain nombre de journaux quotidiens, tels que le *Liverpool*, le *Courrier*, le *Globe*, le *North British*, le *Daily Mail*, le *Glasgow Wackly Mail*, le *Daily Graphic*, le *People*, le *Manchester Guardians*, etc. Avec le dispositif Holmes-Clatoworthy, on peut obtenir trente vitesses différentes, selon la qualité du papier. En pressant du doigt un simple bouton d'interruption, on arrête tout, et ces boutons au nombre de plusieurs sont disséminés en des points convenables. A une vitesse qui peut varier de 2 à 200 révolutions par minute, on peut régler la position du cylindre à volonté. Enfin, la commande électrique économise un espace considérable si on la compare aux transmissions ordinaires, sans compter qu'il n'y a pas dépense d'énergie pendant les arrêts. Ce dernier point n'a pas besoin de commentaires.

Si donc nous pouvons obtenir facilement des vitesses plus grandes, un fonctionnement plus

régulier, peu ou pas d'accidents au papier, nous aurons donc un rendement plus élevé et une production plus grande. L'échauffement de paliers et autres accidents peuvent être facilement décelés à l'aide d'indicateurs *ad hoc* et dans le cas d'interruption accidentelle du courant, un commutateur automatique fonctionne.

M. Holmes et Cie ont déjà installé plus de 500 moteurs qui actionnent des presses et des machines d'imprimerie. Mais beaucoup d'autres installations sont encore antérieures à la méthode préconisée par M. Holmes.

Dans une récente conférence faite aux ingénieurs civils de Newcastle, M. J. Holmes cite l'exemple d'une grande maison de typographie et d'imprimerie en général qui a adopté le système électrique avec moteurs indépendants pour chaque machine, soit 74 moteurs en service, avec ce résultat qu'elle a pu accroître sa production de plus de 20 0/0.

Les presses Hal qui ont été installées dernièrement aux nouveaux ateliers du journal *Scotsman* sont actionnées par des moteurs Bullock de 50 chevaux construites à Cincinnati. Les moteurs Bullock sont appliqués dans beaucoup d'ateliers d'Angleterre. L'intensité du courant, lors du démarrage, est supérieure d'environ 30 0/0 à celle de la pleine charge; le fonctionnement est absolument régulier et il n'y a aucune dépense ni perte d'énergie dans le réglage de la vitesse des moteurs.

Dès que les propriétaires d'établissements d'imprimeries ont été entièrement convaincus des avantages des moteurs électriques, ils ont fait tous leurs efforts pour propager et préconiser cette application, en dépit de la dépense de premier établissement que la transformation exige quelquefois; dans un cas qui nous revient à la mémoire, on n'a pas hésité à sacrifier une somme de 10 000 livres à cet effet.

A. H. B.

EMPLOI DES MOTEURS A GAZ

DANS LES STATIONS D'ÉLECTRICITÉ

M. Philip. Dowson a publié dans l' « Engineering » pendant le dernier semestre de l'année 1900, toute une série d'articles ayant trait à l'emploi des moteurs à gaz pour la mise en action des installations électriques.

Ces articles laissent entièrement de côté la question des dispositions techniques des appareils et n'ont pas été rédigés en vue de signaler la possibilité des améliorations dont ces moteurs sont susceptibles; ils n'appellent pas non plus l'attention des lecteurs sur les plus récents types de moteurs à gaz de grandes dimensions qui empruntent leur puissance aux gaz des hauts fournaux. — Ils ne constituent donc, à proprement parler, qu'une simple énumération des applications qui ont été faites en vue de se procurer l'énergie électrique en employant la puissance produite par les moteurs à gaz. Mais sous ce rapport, ils sont d'un très grand intérêt et relatent très fidèlement les faits accomplis.

Ces articles ont été l'objet d'un examen attentif de la part de notre confrère le « Gas Lighting » qui a fait à ce sujet un grand nombre d'observations dont nous reproduirons quelques-unes.

M. Dowson parait tout d'abord avoir lié trop intimement la question de l'emploi des moteurs à gaz avec celle de l'emploi des gazogènes. Il commence en effet par apprécier les données économiques résultant de l'invention du gazogène Dowson qui, selon lui, constitue le véritable point de départ de l'extension prise par les moteurs à gaz qui se sont ainsi trouvés en dehors des sujétions et des entraves qui résultaient de la nécessité de s'approvisionner avec le gaz des villes. Ce gaz constituait en effet jusqu'alors, le seul combustible à l'état gazeux qu'il était facile de se procurer.

M. Dowson passe ensuite à l'examen des avantages et des défauts inhérents aux deux systèmes en concurrence, savoir : l'emploi des moteurs à gaz pour actionner les installations électriques ou celui des machines à vapeur. Dans cet ordre d'idées, il relate la suppression de la fumée qui permet à son tour la suppression des cheminées, la réduction très sensible de l'espace nécessaire aux appareils générateurs, la suppression de toute crainte d'explosion et l'économie de main-d'œuvre. Par contre, il estime que le mécanisme est plus compliqué, que les dépenses d'entretien sont plus importantes, et il insiste sur la difficulté qu'on éprouve à régler la vitesse ainsi que sur les désagréments qui résultent du bruit et du chauffage de l'atmosphère environnante.

Cette énumération des avantages et des inconvénients peut paraître insuffisante d'autant plus que chacun d'eux est loin de présenter la même valeur.

Mais de tous les défauts signalés par M. Dowson, il en est un qui doit être retenu, le chauffage de l'atmosphère environnant le moteur. Cet inconvénient prend une très grande importance quand la chambre du moteur est de dimensions restreintes et lorsqu'elle est très rapprochée de l'atelier où la force qu'il engendre doit être employée. Le seul remède qu'on puisse y apporter consiste à établir une ventilation suffisante de cette chambre.

Revenant à la question de l'emploi du gazogène, le « Gas Lighting » ne peut s'empêcher de remarquer que cet appareil tient dans les articles qui

nous occupent une place toute aussi importante que les moteurs eux-mêmes et que certaines erreurs ont été commises par l'auteur.

C'est ainsi qu'il se trouve en contradiction avec lui-même, lorsqu'il affirme, en un certain point, que le gaz de gazogène est le seul gaz combustible qui peut être envisagé comme ayant une réelle valeur pour l'alimentation des moteurs. Rien n'est plus facile que d'opposer à cette affirmation l'exemple du moteur de 50 chx qu'on rencontre très couramment dans les villes et qui s'alimente avec le produit des usines à gaz de la localité, tout en réalisant un avantage considérable sur l'emploi d'une machine à vapeur. Sans vouloir décrire tous les avantages de ce moteur, il suffit d'en considérer la fréquente application pour se rendre compte de sa réelle valeur.

Sans méconnaitre un seul instant les avantages du gazogène Dowson, qu'il estime être un excellent appareil, le « Gas Lighting » fait remarquer que ce n'est pas l'invention du gazogène qui a donné l'essort aux moteurs à gaz, mais que c'est au contraire l'emploi du moteur à gaz qui a été le véritable motif de l'extension prise par les gazogènes ou autres appareils qui produisent un gaz se rapprochant sensiblement du gaz à l'eau.

Cette extension des gazogènes est du reste le résultat de causes très différentes; c'est ainsi que sur le continent, la nécesssité d'utiliser des combustibles très pauvres et contenant une grande quantité d'impuretés a amené l'invention des appareils Lencauchez avec tirage forcé.— Dans le même ordre d'idées, on peut signaler le « Gasmotoren Fabrik-Deutz » qui a également construit un appareil utilisant le coke.

Le gazogène Mond diffère quelque peu des précédents, car il emploie des menus bitumineux qui sont d'abord distillés; puis le coke résultant de cette distillation est à son tour employé à fabriquer un nouveau gaz par sa mise en contact avec une certaine quantité de vapeur surchauffée dans le générateur lui-même. Ce gaz est traité ensuite pour en recueillir l'ammoniaque; il possède un pouvoir calorifique de 1335 calories par mètre cube et n'est pas supérieur à celui du gazogène Dowson qui possède des qualités à peu près équivalentes.

M. Dowson insiste sur la nécessité de purger le gaz à employer dans les moteurs à gaz, de l'hydrogène sulfuré qu'il peut contenir bien qu'il doive en résulter un supplément de dépense d'environ un demi-centime par mètre cube. Cette épuration réalisée, il est nécessaire d'obtenir une forte compression de la charge. Enfin un point essentiel est encore l'allumage. On préfère généralement avoir recours à une étincelle électrique, l'emploi d'un tube d'allumage étant réservé pour les moteurs alimentés au gaz d'éclairage.

On peut dire, d'une manière approximative, que le rapport entre la consommation du gaz de ces divers appareils et celle du gaz ordinaire pour obtenir le même effet, est dans le rapport de 4 à 1; c'est sensiblement le même rapport qui existe entre le pouvoir calorifique des différents combustibles qui servent à les produire.

Les bons résultats obtenus par les moteurs à gaz ont précédé le développement des gazozènes, mais d'un autre côté l'extension de ces moteurs s'est trouvée retardée par des considérations de dépense et de ce fait leur puissance s'est trouvée limitée à 50 chx, tant qu'un gaz moins cher que celui fourni par les villes n'a pu être utilisé.

Le premier gaz combustible qui ait été fabriqué d'une manière continue en vue de remplacer le gaz d'éclairage pour l'alimentation des moteurs était une sorte de gaz à l'eau produit par les appareils de Joshua Kidd. C'est tout au plus si ce gaz pouvait brûler à froid et d'une manière continue. Le gaz produit par les appareils Siemens ainsi que les gaz des hauts fourneaux ne peuvent pas brûler à froid à la pression ordinaire; ces derniers sont du reste les plus pauvres qui soient utilisés pour la génération de l'énergie mécanique.

Il est de toute évidence que l'emploi des gaz pauvres a beaucoup contribué au développement des moteurs à gaz; il en est même résulté une modification très appréciable dans les questions économiques qui se rattachent à ces moteurs, modification qui s'est traduite par une augmentation considérable de leur puissance et de leurs dimensions.

C'est en Europe qu'on semble s'être rendu compte de cette situation. Le moteur à gaz « Simplex », inventé par MM. Delamare-Deboutteville et Malandin, et employant le gaz des appareils Lencauchez paraît être le premier grand moteur qui ait été mis en service. La Société Cockerill fabrique actuellement des appareils de 650 chevaux avec un seul cylindre. Cette entreprise ainsi que le « Gasmotoren Fabrik-Deutz » ont adopté avec succès des dispositions qui permettent à leurs moteurs d'utiliser les gaz des hauts fourneaux, malgré la faible puissance calorifique de ces derniers et cela en augmentant considérablement la compression de la charge ainsi que la puissance de l'étincelle d'allumage.

Ainsi que M. Dowson l'a indiqué, il n'a pas été nécessaire d'attendre que des moteurs à gaz de grandes dimensions fussent fabriqués pour actionner les installations électriques par les appareils dont nous nous occupons. Les moteurs de dimensions ordinaires ont été appliqués à cet usage sur une grande échelle, notamment à Dessau, par la Compagnie allemande continentale et M. Dowson cite à cet effet les chiffres inhérents à l'année 1895 avant de montrer par d'autres chiffres la rapide extension prise par les installations électriques actionnées par les moteurs à gaz. Parmi les derniers exemples qu'il a indiqués, il y a lieu de mentionner Leyton et Rugby School.

Dans ces divers exemples, le prix de l'unité électrique est estimé à 0 fr. 25 ou 0 fr. 30. Ce chiffre est inférieur à celui qui résulte de la mise en action des stations électriques par des machines à vapeur, sauf toutefois pour les stations d'une importance considérable et pour lesquelles, d'après M. Dowson, l'emploi des moteurs à vapeur est préférable au point de vue économique. La question est certainement discutable; une station électrique, actionnée par des moteurs à gaz qui s'alimentent au moyen de gazogènes, utilise toujours mieux le combustible qu'une installation analogue actionnée par une machine à vapeur; et comme l'importance de la station n'est en somme qu'une question de plus ou moins grande consommation de charbon, le moteur à gaz alimenté par un gazogène présentera toujours quelque avantage par rapport à l'emploi de la machine à vapeur.

Du reste bien des considérations devraient être envisagées, notamment la réduction de l'emplacement nécessaire (gazogène compris), le prix d'achat qui est de beaucoup inférieur, la suppression des hautes cheminées qui ne sont plus indispensables, la surveillance du moteur qui ne demande plus une attention aussi soutenue.

Après avoir comparé les avantages et les inconvénients des deux systèmes, M. Dowson estime que pour les localités où le charbon est d'un prix élevé et pour lesquelles il n'est pas nécessaire d'avoir une puissance considérable, l'emploi des moteurs à gaz est plus avantageux que celui des appareils à vapeur.

Il faut remarquer que cette question se présente pour chaque cas dans des conditions particulières, et il ne faudrait pas établir une règle absolue. D'après M. Dowson, une installation de moyenne importance pour l'éclairage électrique ou la traction d'un tramway en service de 7 heures du matin à 10 heures du soir, peut fonctionner d'une manière régulière avec une batterie d'accumulateurs suffisamment puissante en employant les moteurs à gaz avec une seule relève du personnel. Une considération à l'avantage des moteurs à gaz est que ces derniers réalisent une économie très sensible dès que le travail diminue.

M. Dowson a donné quelques avis utiles touchant l'installation des stations centrales avec moteurs à gaz, avis qui ont été puisés à diverses sources, principalement dans les installations qui se rencontrent dans l'Europe continentale.

Une installation de ce genre véritablement intéressante est celle qui existe pour la traction des tramways de Zurich, elle emploie des moteurs Crossley. Une plus grande existe à Lausanne, mais là les appareils à gaz sont du type Fichet et Heurtey, produisant un gaz mixte, d'un pouvoir calorifique relativement élevé, 1 500 à 1 750 calories par mètre cube. Cette station fonctionne depuis trois années dans des conditions économiques vraiment remarquables, car le prix moyen de l'unité électrique ne reviendrait, tout compris, qu'à 0,14 fr. avec du charbon coûtant de 30 à 35 fr. la tonne, l'intérêt du capital étant compté à raison de 4 0/0. Il serait vraiment difficile de trouver ailleurs des chiffres plus avantageux.

Il faut aussi citer un autre cas très remarquable, à Saint-Gall, en Suisse, où l'installation est combinée pour assurer à la fois l'éclairage et la traction. Là, le moteur est alimenté au gaz de ville. Il est vrai que la municipalité est propriétaire des usines à gaz, et qu'en adoptant ce procédé, elle a pu s'éviter ainsi les dépenses d'installation d'une station de gazogènes. L'aménagement de cette station, qui constitue en quelque sorte une dépendance de l'usine à gaz, a été fait par la Maschinenfabrik Oerlikon et constitue un véritable succès. Les mêmes constructeurs ont également aménagé une station électrique actionnée au gaz pour les tramways circulant entre Zurich, Oerlikon et Seebach. La société allemande emploie les moteurs Otto ayant un rendement au frein de 110 chx ainsi que des gazogènes. La consommation d'anthracite est d'environ une tonne par jour; elle suffit pour assurer le service de 9 voitures qui circulent de 5 heures du matin à 11 heures du soir; le parcours journalier étant de 1600 km, la consommation moyenne du charbon ressort donc à 0,627 kg par kilomètre de parcours, ce qui est un résultat absolument remarquable.

Un autre exemple d'une station électrique alimentée par le gaz de ville, cité par M. Dowson, est celui de Bâle, en Suisse.

Les tramways électriques d'Orléans empruntent leur énergie à une station électrique actionnée par des moteurs à gaz qui s'alimentent au moyen de gazogènes; les moteurs sont du type Crossley et les générateurs sont du système Fichet-Heurtey. Malgré qu'ils soient assez dissemblables les uns des autres, ces gazogènes utilisent une espèce d'anthracite qui provient d'Anzin ou de Belgique.

La seule installation anglaise de même nature citée par M. Dowson, est celle de King's Lynn où la lumière est fournie à la localité par une installation électrique actionnée par des moteurs munis du gazogène Dowson. La consommation de l'anthracite y est donnée comme étant de 0,45 kg par cheval-heure. Les moteurs sont de la puissance de 100 chx. Cette installation paraît être d'un type très récent et très perfectionné.

Enfin, M. Dowson termine ses citations, par une description de la station de Körting, à Clausthal, dans le Hartz.

On peut donc être tenté de croire que, sous le rapport de l'emploi des moteurs à gaz pour actionner les stations électriques, l'Angleterre se trouve en arrière des autres États. Il faut convenir que les municipalités anglaises n'ont pas réalisé ce qui l'a été par un grand nombre de municipalités suisses. Ceci tient peut-être au système parlementaire anglais qui est hostile aux expériences que



pourraient tenter les municipalités et les compagnies du gaz. Le système des brevets anglais a peut-être aussi une certaine influence sur cette situation.

Aussi comme conclusion de cet intéressant article, le « Gas Lighting » fait-il remarquer que c'est grâce aux obstacles rappelés ci-dessus, que l'industrie anglaise se trouve dépassée par celles d'autres nations, ce qui peut laisser croire que dans ces dernières l'instruction technique est plus développée qu'en Angleterre.

JURISPRUDENCE

Le Conseil d'Etat et l'éclairage électrique des villes : Arrêt du 22 juin 1900 dans l'affaire de Maromme.

Le Conseil d'Etat a rendu, à la date du 22 juin 1900, un arrêt qui est extrêmement intéressant pour tous ceux que préoccupe le développement de l'éclairage électrique dans les villes déjà éclairées par des Compagnies d'éclairage par le gaz. Cet arrêt statue, en effet, sur une question qui a longtemps divisé les gaziers et les électriciens et bien que la décision de la haute juridiction ait donné gain de cause, dans l'espèce, à la Compagnie du gaz, elle n'en est pas moins, au fond, très favorable à la cause de l'éclairage électrique, puisqu'elle indique, d'une façon un peu inattendue peut-être, mais en tous cas très nette, les conditions dans lesquelles les villes déjà liées à un concessionnaire de l'éclairage par le gaz, pourront faire profiter leurs habitants des avantages de l'éclairage électrique, alors même que le traité de concession de l'éclairage au gaz resterait muet à cet égard.

On sait que les partisans de l'éclairage électrique et les sociétés gazières avaient jusqu'ici émis des systèmes absolument différents sur la détermination de l'étendue du monopole conféré au concessionnaire de l'éclairage par le gaz par de semblables traités; tandis que les électriciens faisaient observer, avec une certaine apparence de raison, que si les parties n'avaient pas parlé, dans le traité de concession, de l'établissement éventuel d'un mode d'éclairage autre que le gaz, c'était parce qu'elles avaient entendu que le monopole concédé ne comprendrait que l'éclairage par le gaz, la concession d'un autre mode d'éclairage restant absolument libre ; les gaziers prétendaient, au contraire, que ce silence de la convention témoignait de l'intention de la ville contractante de n'être éclairée que par le gaz, l'établissement de tout autre mode d'éclairage étant absolument écarté pour toute la durée de la concession. D'une part, les électriciens s'appuyaient sur un argument tiré *a contrario* de l'arrêt du Conseil d'Etat du 26 décembre 1891 rendu dans l'affaire de Saint-Etienne et d'une série d'arrêts conformes qui, à l'occasion de traités de gaz prévoyant les conditions d'établissement d'un autre mode d'éclairage, avaient décidé « qu'en imposant ainsi à la Compagnie concessionnaire l'obligation de la faire profiter de l'application des découvertes futures, la Ville avait par cela même précisé le sens et la portée des engagements qu'elle contractait envers ladite Compagnie et du droit exclusif qu'elle entendait lui concéder » ; d'autre part, les gaziers revendiquaient la jurisprudence d'une autre série d'arrêts, dont le plus favorable à leur système semblait être celui du 26 novembre 1897 dans l'affaire de Compiègne, qui avaient consacré le droit au monopole de l'éclairage des Compagnies d'éclairage par le gaz, bien que les traités de ces Compagnies n'eussent pas prévu les conditions d'emploi d'un autre mode d'éclairage.

Gaziers et électriciens auraient pu discuter encore longtemps, puisqu'aucun des arrêts invoqués de part et d'autre n'avaient statué d'une façon précise sur la question, les arrêts dont les Compagnies de gaz prétendaient tirer parti n'ayant considéré les concessionnaires de l'éclairage par le gaz comme étant en possession d'un droit exclusif pour tout l'éclairage, que parce que ce droit était la conséquence d'une interdiction pour la Ville de concéder de nouvelles autorisations à des entreprises concurrentes, formellement exprimée au contrat, ou encore de la volonté nettement indiquée, de la part de la commune contractante, de n'être éclairée que par le gaz fourni par le concessionnaire, ce qui était précisément le cas de la ville de Compiègne. L'arrêt du Conseil d'Etat dans l'affaire de Maromme, que nous reproduisons ci-après, a mis heureusement fin à ce différend, du moins il faut l'espérer, car il y a tout lieu de penser qu'il fera jurisprudence. Voici, en peu de mots, dans quelles conditions il a été rendu :

La commune de Maromme avait concédé, par traité du 28 juin 1875, prorogé le 16 août 1887 jusqu'au 1er mars 1940, à la Compagnie du gaz de Déville, le droit exclusif d'établir et de conserver des tuyaux pour la conduite du gaz d'éclairage sous les voies publiques de la grande et de la petite voirie, la Compagnie contractant, de son côté, des obligations constituant des avantages en faveur de la Ville; mais le traité ne prévoyait pas le cas où la commune voudrait faire profiter ses habitants de la découverte d'un nouveau mode d'éclairage. La municipalité de Maromme, estimant que dans ces conditions, elle n'était liée à la Compagnie que pour l'éclairage par le gaz, accorda à M. Lemoine l'autorisation de placer sur les voies urbaines des poteaux et des fils pour la distribution de la lumière électrique aux particuliers; c'est à raison du préjudice qu'elle prétendait éprouver du fait de cette autorisation que la Compagnie du gaz intenta à la

commune une action en dommages-intérêts, revendiquant un droit exclusif pour tout l'éclairage sans distinction de procédé; le Conseil de préfecture de la Seine-Inférieure, saisi de la demande de la Compagnie, lui donna gain de cause par arrêté du 20 mars 1896 et, sur un pourvoi formé par la commune de Maromme, l'affaire fut portée devant le Conseil d'Etat.

Le Conseil d'Etat, se basant sur ce que des dispositions combinées du traité de concession et notamment de celles qui assuraient des avantages à la Ville, il résultait bien « que la commune de Maromme avait entendu concéder à la Compagnie le service de l'éclairage tant public que particulier pendant toute la durée de la concession », a condamné la Ville conformément à la requête de la Compagnie du gaz. Mais pressé vivement, dit-on, de s'expliquer sur les conséquences exactes que pouvait avoir pour la Ville et ses habitants le silence de la convention à l'égard de l'établissement de système d'éclairage autres que le gaz, il a procédé comme dans son arrêt relatif à l'affaire de Limoges; il ne s'est pas contenté de dire pourquoi il condamnait la Ville, il a indiqué très nettement comment la Ville aurait dû s'y prendre pour doter ses habitants du nouveau mode d'éclairage, sans risquer d'encourir une condamnation. Et le moyen indiqué par la haute juridiction pour se mettre en règle avec la Compagnie du gaz avant d'accorder des autorisations pour l'établissement de l'éclairage électrique, est bien simple et à la portée de toutes les villes dont les traités d'éclairage par le gaz restent muets sur l'application des nouvelles découvertes : c'est de mettre préalablement le concessionnaire de l'éclairage par le gaz « en demeure de fournir la lumière électrique aux conditions offertes par l'entrepreneur de ce nouvel éclairage ». Et c'est tout.

Telle est la décision, fort intéressante, comme on le voit, du Conseil d'État dans le procès intenté par la Compagnie du Gaz de Déville à la commune de Maromme. Voici, au surplus, le texte de l'arrêt :

Le Conseil d'Etat, statuant au contentieux,

Sur le rapport de la Section du contentieux,

Vu la requête sommaire et le mémoire ampliatif présentés pour la commune de Maromme, agissant poursuites et diligences de son Maire en exercice à ce dûment autorisé par délibération du Conseil municipal en date du 12 août 1896, ladite requête et ledit mémoire enregistrés au Secrétariat du contentieux du Conseil d'Etat les 19 août et 23 décembre 1896, et tendant à ce qu'il plaise au Conseil annuler un arrêté du Conseil de préfecture du département de la Seine-Inférieure du 20 mars 1896 qui a ordonné une expertise à l'effet de déterminer le préjudice causé à la Compagnie du gaz de Déville, par l'autorisation donnée à un tiers d'emprunter les voies municipales pour la distribution de la lumière électrique aux particuliers;

Ce faisant, attendu que la commune a passé le 28 juin 1875 un traité avec la Compagnie du gaz de Déville aux termes duquel elle concède à cette Compagnie l'éclairage par le gaz; que ce traité a été prorogé le 16 août 1887 jusqu'au 1er mars 1940; que le traité n'a concédé que l'éclairage au moyen du gaz; que, par suite, la commune est en droit d'autoriser l'installation de la lumière électrique par un tiers; que la Compagnie du gaz l'a reconnu en sollicitant le 18 décembre 1903, pour elle-même, l'autorisation d'établir la lumière électrique, condamner la Compagnie aux dépens;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu le mémoire en défense présenté pour la Compagnie du gaz de Déville, représentée par ses administrateurs en exercice, ledit mémoire enregistré comme ci-dessus le 24 février 1897 et tendant au rejet du recours par les motifs que si le traité ne prévoit que l'éclairage par le gaz, il résulte de l'ensemble du traité que la Ville a entendu concéder à la Compagnie le droit exclusif d'éclairer la Ville pendant la durée de la concession; que le fait par la Compagnie d'avoir demandé l'autorisation d'établir l'éclairage électrique ne peut avoir pour effet de modifier l'engagement pris dans le contrat passé entre la Ville et la Compagnie du gaz;

Vu les observations présentées par le Ministre de l'Intérieur, en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi, lesdites observations enregistrées comme ci-dessus, le 13 décembre 1897;

Vu les observations présentées pour la commune de Maromme, lesdites observations enregistrées comme ci dessus, le 16 février 1900, et dans lesquelles la commune déclare persister dans les conclusions de son recours par les motifs déjà exposés;

Vu les autres pièces produites et jointes au dossier, notamment la prorogation du traité passé entre la commune et la Compagnie du gaz de Déville, en date du 16 août 1837;

Vu la loi du 28 pluviôse, an VIII.

Ouï M. Guéret-Desnoyers, maitre des requêtes, en son rapport;

Ouï M. Pérouse, avocat de la commune de Maromme, et M. Devin, avocat de la Compagnie du gaz de Déville, en leurs observations;

Ouï M. Saint-Paul, maitre des requêtes, commissaire du gouvernement en ses conclusions;

Considérant qu'il résulte de l'ensemble des dispositions contenues dans le traité du 28 juin 1875, prorogé jusqu'en 1940, par convention du 16 août 1887, qu'en donnant à la Compagnie du gaz de Déville le droit exclusif d'établir et de conserver des tuyaux pour la conduite du gaz d'éclairage sous les voies publiques de la grande et de la petite voirie, la commune de Maromme a entendu concéder à cette Compagnie le service de l'éclairage tant public que particulier pendant toute la durée de la concession; que, de son côté, la Compagnie a contracté des obligations constituant des avantages en faveur de la Ville; que, dans la commune intention des parties, ces avantages devaient trouver leur compensation dans l'exercice de tous les droite concédés; que si le traité n'a pas prévu le cas où la commune voudrait faire profiter ses habitants de la découverte d'un autre mode d'éclairage, le silence de la convention à cet égard ne suffit pas pour permettre à la Ville de paralyser l'exercice des droits de son concessionnaire du service d'éclairage en

accordant des autorisations de voirie nécessaires à l'établissement d'une industrie concurrente, alors qu'elle n'a pas mis le concessionnaire en demeure de fournir la lumière électrique aux conditions offertes par l'entrepreneur de ce nouvel éclairage; qu'il résulte même d'une lettre versée au dossier que la Compagnie du gaz de Déville a proposé à la commune de Maromme de substituer l'éclairage par l'électricité à celui qui a fait l'objet du traité susvisé, et que la commune a écarté cette proposition; — que, dans ces circonstances, les autorisations données aux sieurs Rallu et Lemoine constituent une violation des obligations consenties par la commune à l'égard de son concessionnaire et que ce dernier est fondé à demander la réparation du préjudice en résultant; que, dès lors, c'est à bon droit que le Conseil de préfecture a, par l'arrêté attaqué, ordonné une expertise à l'effet d'évaluer ce préjudice;

Décide :

Article premier.

La requête de la commune de Maromme est rejetée.

Art. 2.

La commune de Maromme est condamnée aux dépens.

Art. 3.

Expédition de la présente décision sera transmise au Ministre de l'Intérieur.

Comment peut s'expliquer cette décision du Conseil d'État qui peut paraitre bizarre dans ses conséquences, puisqu'elle permet aux villes éclairées par le gaz de demander à leur concessionnaire de les faire profiter des avantages de l'éclairage électrique, alors même que le traité de concession, qui ne concerne que le gaz, garde un silence complet sur tout autre système d'éclairage? Il semble, en effet, qu'en pareil cas la Compagnie pourrait répondre : « De quel droit me demandez-vous de faire de l'éclairage électrique, ce n'est pas prévu dans mon traité. »

Eh bien! d'après le raisonnement qui semble être le seul qu'on puisse attribuer au Conseil d'État en cette occurrence, même dans le cas où l'établissement d'un nouveau mode d'éclairage n'est pas prévu explicitement dans le traité de l'éclairage au gaz, il n'y est pas moins compris implicitement, car « si le silence de la convention à cet égard ne suffit pas pour permettre à la Ville de paralyser les droits de son concessionnaire du service de l'éclairage en accordant des autorisations de voirie nécessaires à l'établissement d'une industrie concurrente », il faut admettre, par voie de réciprocité, que ce silence ne saurait avoir pour effet de priver les habitants des avantages du nouvel éclairage, alors que la convention ne contient aucune clause restreignant les obligations du concessionnaire au seul éclairage par le gaz et que celui-ci, par cela même qu'il a été chargé du service de l'éclairage, s'est engagé implicitement à faire profiter la Ville et les habitants des nouvelles découvertes; et comme, précisément à cause de ce silence de la convention, les conditions d'établissement du nouveau système ne sont pas prévues, il faut s'en référer pour ces conditions aux offres faites par des entreprises concurrentes, et le droit exclusif que peut revendiquer le concessionnaire de l'éclairage au gaz sur le service de l'éclairage, sans distinction de procédé employé, se résout, en ce qui concerne l'éclairage électrique ou tout nouveau mode d'éclairage, en un simple ***droit de préférence à conditions égales***, car il est bien entendu que le refus du concessionnaire de se soumettre à ces conditions entraine la déchéance de ses droits sur la distribution du nouveau mode d'éclairage.

Cette explication de la décision du Conseil d'État dans l'affaire de Maromme est-elle bien conforme aux intentions des magistrats qui composent ce tribunal suprême en matière administrative? Nous inclinons à le croire; en tous cas, l'arrêt du 22 juin 1900 ouvre, c'est bien certain, une porte de plus à l'établissement de la lumière électrique dans les villes déjà liées à des Compagnies d'éclairage par le gaz, et c'est de cela que les électriciens doivent se féliciter, en dépit du résultat immédiat de cette décision qui est la condamnation de la commune de Maromme, à la requête et au profit de la Compagnie du gaz. Encore quelques victoires comme celle-là pour les Sociétés gazières et leur puissance se trouvera singulièrement compromise!

Charles Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 2 avril.

Le matériel à vapeur dans les stations d'électricité en Angleterre. — M. J. Raworths, qui tient le premier rang parmi les experts électriciens relativement aux machines à vapeur, vient de présenter un travail à l'Institution des ingénieurs-électriciens de Manchester sur le sujet de l'application de la vapeur à la production de l'énergie électrique. Il fait remarquer qu'une partie du public s'imagine que l'électricité est par elle-même une source d'énergie et que le siècle électrique est proche, c'est-à-dire l'époque où l'on n'emploiera plus ni charbon ni vapeur. Actuellement on ne peut entrevoir encore un tel progrès, mais au contraire l'électricité a été la cause de nouvelles applications pour la vapeur, ce qui n'existait pas jadis et ce qui contribue aujourd'hui à l'accroissement de fabrication des moteurs à vapeur. De plus, depuis qu'il est d'usage à présent de distribuer l'énergie dans un rayon de grande étendue au moyen d'une source commune et unique, la tendance a été naturelle-



.ment d'accroitre la puissance des unités génératrices au-delà des limites ordinairement acceptées. M. Raworths discute alors les dispositifs spéciaux des moteurs anglais, américains et continentaux quant à leurs applications dans les stations d'électricité. Tandis que dans différents endroits la construction des dynamos tend à devenir uniforme, celle des moteurs à vapeur a été et est encore très variée. En Angleterre, nous avons le type vertical à triple manivelle et à grande vitesse; en Amérique, le modèle horizontal compound à vitesse lente prédomine. En Suisse et en Allemagne, on remarque une tendance à développer le moteur compound tandem à une manivelle. Le moteur anglais, d'après l'opinion de M. Raworths, est le meilleur marché et donne théoriquement le meilleur mouvement. Le moteur suisse est le plus économique en consommation de vapeur et le plus encombrant comme place. Le résultat d'expériences très variées donne la conviction qu'il n'y a aucun avantage à avoir des moteurs à une ou à deux manivelles donnant 200 tours à la minute et cela quelle que soit la puissance du moteur. Au-dessus de cette vitesse, toutes les difficultés s'évanouissent. L'auteur cite, quant à la question ci-dessus, l'exemple de la station de Wandsworths, dans laquelle la Compagnie électrique de distribution du comté de Londres possède six moteurs de 300 chx actionnant des alternateurs Mordey en parallèle avec toute satisfaction; et cependant tous les moteurs sont à simple manivelle, la vitesse angulaire est de 213 tours par minute. M. Raworths est amené ensuite à examiner l'autre côté du sujet. Maintenant que les stations génératrices urbaines sont devenues pour ainsi dire rares et surannées, la question des vibrations et des troubles n'est plus que très insignifiante et l'on peut se demander s'il est désirable de développer l'usage du moteur à triple manivelle avec expansion fixe et six ou neuf cylindres quand de meilleurs résultats peuvent être obtenus beaucoup plus simplement et plus économiquement. Il déclare que ces moteurs possèdent rarement les avantages pratiques du moteur compound dans une station d'électricité, et cette rareté disparaitra complètement avec l'adoption du surchauffage. M. Raworths termine son travail court, mais substantiel, en montrant qu'il n'est pas nécessaire aux Anglais d'aller à l'étranger pour obtenir des moteurs aptes au service des stations d'électricité. La discussion s'est étendue surtout sur la question du surchauffage.

***

Les tramways électriques en Angleterre. — L'institution des ingénieurs-mécaniciens de Londres a entendu la lecture d'une étude préparée par M. A. Connett sur un système de traction mixte à caniveau et trolley. Les lignes aériennes ne sont pas permises dans les rues centrales et étroites des villes d'Angleterre et M. Connett examine le mode d'emploi d'un caniveau à rainure ouverte comme solution du problème. Il déclare que le procédé qui consiste à prendre le courant tantôt sur une ligne aérienne, tantôt dans un caniveau, a fonctionné avec entière satisfaction quel que soit le mode de mécanisme adopté. En Amérique, cette question a excité très peu l'attention et sur le continent on a surtout étudié certains autres systèmes mixtes. L'auteur examine à cet effet les divers modes adoptés pour les tramways européens qui offrent, dit-il, un sujet d'études beaucoup plus profitables pour les Anglais que ceux d'Amérique, spécialement pour l'ingénieur qui est appelé à faire des installations dans notre pays. M. Connett passe en revue l'établissement des lignes, la manière d'obtenir les contacts, et les caniveaux qui doivent être employés, soit à rainure centrale ou à rainure latérale. Le principal inconvénient de la rainure latérale est la difficulté d'établir des commutateurs, difficulté qui peut être surmontée par une disposition spéciale décrite par lui; le principal avantage de ce système consiste dans la suppression d'un rail supplémentaire à rainure, obligatoire, dans l'autre procédé; en outre, l'entretien de la voie est très simplifié, et l'on sait que tous les liens qui réunissent le rail avec les masses extérieures deviennent une source d'usure considérable. Au point de vue des isolateurs, le conférencier déclare que s'il s'agit d'un isolateur en porcelaine monté sur une pièce de fonte verticale, on doit, pour plus de simplicité, fixer cette pièce à la structure métallique, ce qui présente l'avantage de maintenir ces isolateurs à une distance toujours égale des rails, excepté dans le cas spécial d'une rainure centrale; alors la construction de ce dernier système ne permet pas la même disposition. Il décrit ensuite avec détail quelques lignes parisiennes à caniveau souterrain; l'une d'elles comporte un caniveau très étroit dans son passage sur le pont de l'Alma. Les commutateurs qui dans la pratique sont la cause de la plupart des interruptions du service font l'objet d'une étude détaillée; l'auteur examine deux différents cas : l'un où la voie seule est mise hors circuit, le conducteur de caniveau restant alimenté; l'autre exemple se rapporte à un commutateur dans le caniveau.

***

Distributions à haute tension. — L'enquête du Board of Trade relativement à la transformation des réseaux de distribution de 100 à 200 volts vient de se terminer. On a discuté un grand nombre de détails, comme, par exemple, les avantages réalisés pour les abonnés dans la distribution à 200 volts, le rendement des lampes, les frais à supporter par les compagnies dans le cas de renouvellement des canalisations et d'autres points analogues. Sir Courtenay Boyle, après avoir entendu tous les témoins, sera chargé de présenter un rapport à ce sujet. La décision du Board of Trade sera probablement connue dans quelques semaines.

***

Canalisations aériennes en Angleterre. — L'attention se porte toujours croissant dans ce pays sur la question des canalisations aériennes, et toutes sortes de procédés sont proposés par les ingénieurs électriciens pour éviter le retour d'accidents aussi graves que celui qui est arrivé à Liverpool. Dans plusieurs villes, l'ingénieur municipal électricien a reçu des instructions spéciales relativement à la marche à suivre et aux règles à adopter dans le cas d'un conducteur venant à tomber sur un fil à trolley. A Bradford, un règlement détaillé

a été publié à ce sujet par M. Chattock, l'ingénieur électricien, et par M. Spencer, l'administrateur des tramways. On y ordonne que tout trafic soit arrêté et que le mécanicien de la voiture la plus proche ait soin d'interrompre le courant; d'autres points sont relatifs aux fils tombés et aux soins à donner aux victimes s'il y en a.

***

Les tramways de Londres et les observatoires. — On annonce que la Compagnie des tramways réunis de Londres recevra prochainement l'autorisation de commencer son service dans l'Ouest; cette section était achevée depuis déjà quelque temps, mais, comme nous l'avons dit, l'inauguration en a été retardée par suite de la crainte exprimée par les directeurs de l'observatoire au sujet de leurs instruments. Le matériel roulant a été inspecté le 15 mars dernier par M. Trotter, du Board of Trade. Le service à chevaux a été suspendu pendant deux heures, et trente voitures électriques ont circulé entre Hammersmith et Kew Bridge. Pendant ce temps, M. Glazebrook, le délégué de l'observatoire, faisait des essais avec des instruments de mesure à la station génératrice de Chiswick. Ces observations et ces essais seront comparés avec ceux de l'observatoire de Kew, de maniere à voir si les trente voitures sont coupables de quelque fâcheuse influence sur les instruments magnétiques, ou si c'est le chemin de fer électrique Central London qui en doit être accusé.

***

Matériel de sous-stations à courants polyphasés. — Quelques remarques sur les systèmes de production et de transmission par courants polyphasés avec distribution par courant continu au moyen de sous-stations ont été présentées à l'Institution des ingénieurs électriciens dans le travail de M. A. Eborall. Il se renferme, autant que possible, dans les questions pratiques que l'on a à résoudre chaque jour et qui résultent de l'expérience: c'est pourquoi il appelle sa conférence : *Notes de travail.* Il parle d'abord des idées généralement admises relativement aux sous-stations et au matériel à courant polyphasé, idées suivies de quelques faits particuliers du fonctionnement, et d'une comparaison des différents types de machines qui peuvent être employées, avec des exemples extraits de récentes installations. Il examine plus particulièrement les systèmes à courants triphasés à cause de leur importance considérable. Les chiffres suivants recueillis par M. Eborall donnent quelques détails comparatifs sur les moteurs générateurs, synchrones et asynchrones, ainsi que sur les convertisseurs et transformateurs réducteurs :

Transmission : courants triphasés sous 5500 volts, fréquence 40.

Distribution : système à trois fils sous 510 volts entre les conducteurs extérieurs, le fil neutre étant à la terre.

	Moteur générateur asynchrone.		Moteur générateur asynchrone.		Convertisseurs rotatifs et transformateurs réducteurs.	
Puissance (sous station)	150 kw	500 kw	150 kw	500 kw	150 kw	500 kw
Nombre des pôles des génératrices	6	10	6	10	10	16
Vitesse tangentielle	1760	1880	1760	1880	2970	3100
Température prise après 24 heures de fonctionnement à pleine charge	35°	35°	35°	35°	35°	35°
Rendement — pleine charge	83,5 0/0	86 0/0	84 0/0	87 0/0	90 0/0	92 0/0
Rendement — demi charge	75,5 0/0	80 0/0	76 0/0	79 0/0	85 0/0	87 0/0
Espace requis par kilowatt	$0{,}07^{m2}$	$0{,}04^{m2}$	$0{,}06^{m2}$	$0{,}04^{m2}$	$0{,}04^{m2}$	$0{,}03^{m2}$

Supposant qu'il s'agisse de convertir des courants polyphasés en courant continu au moyen de sous-stations transformatrices, M. Eborall pose les conclusions suivantes :

1° Pour la force motrice ou pour les cas où le total de l'éclairage est relativement peu considérable, on doit préférer des sous-stations à convertisseurs rotatifs fonctionnant à 20 ou 30 périodes par seconde;

2° Pour l'éclairage, l'emploi de moteurs générateurs à 40 et 50 périodes donne les meilleurs résultats; ceci doit être également observé lorsque la charge d'éclairage de la sous-station représente la plus grande partie de la capacité;

3° Quant aux deux classes de moteurs générateurs, la sous-station, qui est équipée avec des machines asynchrones est absolument impropre à un service de quelque importance.

Cependant, comme le fait remarquer l'auteur lui-même, ces conclusions ne doivent pas être considérées comme absolument définitives, car elles dépendent principalement des conditions que l'on rencontre dans la pratique actuelle.

CHRONIQUE

Le vote par l'électricité.

On en a longtemps parlé et l'on a souvent projeté de l'appliquer dans les parlottes officielles des divers gouvernements européens; mais, jusqu'ici, tout s'est borné à l'intention, et les inventeurs en ont été pour leurs frais d'imagination. La Chambre des représentants de Washington va, parait-il, mettre ce projet en pratique, et ainsi pourra réaliser des économies incalculables de temps et d'ar-

gent. Les revues américaines, à ce propos, supputant d'avance les bénéfices, ont calculé que le Parlement des États-Unis dépense au peuple une somme annuelle de 3 millions de dollars, soit, si l'on compte les sessions à 100 jours de travail l'une, une somme de 30 000 dollars par jour de cinq heures, ou de 6000 dollars à l'heure. Or, remarquant que le récolement d'un vote dure environ trois quarts d'heure par les procédés ordinaires, nos confrères d'outre-mer envisagent avec quelque bonheur la jolie somme que l'électricité économisera aux libres citoyens, en permettant le vote instantané, et en donnant, non moins immédiatement, le résultat du scrutin; le tout demanderait seulement trois minutes. Ayant obtenu l'assentiment de ses collègues, M. Otey, député, s'adressa, pour réaliser l'appareil, à l'architecte du Parlement, M. Woods, et ils se sont arrêtés au dispositif suivant : Chaque député aurait devant lui trois boutons de contact portant les mentions *oui*, *non*, et *non votant*. En pressant l'un quelconque de ces boutons, le député ferait apparaitre les mêmes indications en noir sur un immense tableau à fond blanc installé au-dessus du *speaker*; une machine donnerait automatiquement le total des votes. C'est ainsi qu'à l'énoncé d'une proposition, d'un article de loi, etc., tous les députés pourraient simultanément presser leur conjoncteur et fermer tous les circuits locaux sur le tableau collecteur, si l'on suppose toutefois des opinions fermement arrêtées et l'absence de toute hésitation ! Voilà une application de l'électricité qui peut certainement, par toute une suite de conséquences inattendues, venir modifier la législation entière d'un pays. A quand son adoption en France? — D.

Marconi en Amérique.

Marconi est arrivé en Amérique depuis le 15 mars dernier afin d'établir des postes le long des côtes de manière à pouvoir communiquer avec les navires du large, surtout pendant la nuit et en temps de brouillard. Il espère également réussir cette fois à faire adopter son système breveté par la marine de guerre des Etats-Unis. On se rappelle qu'un premier essai n'avait pas abouti par suite des exigences trop lourdes, au point de vue pécuniaire, de la Wirelen Company. Jusqu'ici, parmi les marines de guerre européennes, l'Angleterre d'abord possède vingt-huit bateaux pourvus de postes Marconi; puis vient l'Italie avec vingt; la Belgique avec quatre; l'Allemagne en compte trois. Les plus grands succès de la télégraphie sans fil sont obtenus, sans contredit, sur les côtes et en mer, aussi les stations côtières pourvues de postes Marconi se multiplient-elles un peu de tous côtés; ces stations ont pour principal but de communiquer avec les paquebots arrivant et partant de manière à prolonger et à avancer leurs rapports avec la terre. Malheureusement, les paquebots de grandes lignes possédant des appareils sont encore très peu nombreux; la ligne allemande du Lloyd est une de celles que l'on puisse citer. — D.

ERRATUM

Dans l'article de M. Félix Lecomte, sur *l'isolement des tôles des noyaux d'induit*, publié dans le n° du 30 mars, page 202, dernière ligne, il faut lire :

Le rendement industriel était supérieur de 0,75 0/0 au lieu de 0,45 0/0.

CORRESPONDANCE

A propos des propriétés isolantes de la neige.

Péruwelz, le 27 mars 1901.

Monsieur le Rédacteur en Chef de « l'Electricien », Paris.

Je lis dans le n° 534 de l'*Electricien*, à la page 187 (Chronique, Académie des sciences de Paris), le compte rendu de la note de M. Bernard Brunhes présentée par M. Mascart à la séance du 25 février 1901, *sur les propriétés isolantes de la neige*.

Les expériences et observations dont il est question dans cette note ont trait à l'isolement pratique de la neige pour le courant électrique destiné à la transmission de communications télégraphiques et téléphoniques, c'est-à-dire à très basse tension. Je crois intéressant de vous relater l'observation suivante que j'ai eu l'occasion de faire les 6 et 7 février 1901 sur le réseau électrique aérien, à 2 fils, 220 volts, de distribution de l'éclairage et de la force motrice de la ville de Péruwelz (Hainaut, Belgique) et qui a prouvé dans le cas particulier dont il s'agit que *la neige est pratiquement isolante pour le courant électrique à la tension de 220 volts*.

La ville de Péruwelz comprend la ville proprement dite et un faubourg très important : Bonsecours, situé complètement aux confins de la frontière française, côté de Vieux Condé (Nord). Elle est entourée de sept hameaux formant autant de petits centres distincts appartenant à son territoire.

La ville de Péruwelz, Bonsecours et les hameaux ont toutes leurs rues et chemins éclairés à l'aide de 154 lampes à incandescence dites de soirée, ne brûlant que jusqu'à onze heures du soir, et 38 lampes à incandescence de nuit brûlant jusqu'au lever du soleil, toutes réparties sur une trentaine de kilomètres. La ville de Péruwelz proprement dite et Bonsecours sont dotés en outre d'une distribution d'éclairage électrique et de transport d'énergie, montée sur des mâts complètement métalliques sur un parcours de 6 km environ. (Certains de ces mâts supportent jusque 48 isolateurs.) A l'extérieur de la ville et de Bonsecours les fils électriques sont montés sur des poteaux en bois et sur des ferrures prenant appui sur les maisons. Tous les poteaux en bois et toutes les ferrures de support sont munies de paratonnerres reliés soigneusement à la terre en vue de les préserver des effets destructeurs de la foudre, qui se manifestent parfois d'une manière assez violente.

Toutes les lampes d'éclairage public sont montées une à une en dérivation à 220 volts. Elles s'allument de la station centrale même à l'aide d'interrupteurs placés sur le tableau de distribution.



Vu l'étendue relative du réseau et afin d'éviter des interruptions de service de plus de quelques lampes, tout en réduisant les frais de tournée et de surveillance du réseau au minimum possible, de même qu'en vue de la facilité de recherche des défauts, l'éclairage est divisé en sections par le placement de plombs fusibles nombreux et toujours bipolaires sur les mâts et poteaux même, en ligne. Ces plombs fusibles servent également d'interrupteurs.

Les lampes à incandescence publiques sont montées dans des appliques métalliques. Les fils de raccordement des lampes à la canalisation principale sont en fils nus visibles, complètement extérieurs aux appliques et aboutissent à deux isolateurs à double cloche distants l'un de l'autre de 20 cm et placés immédiatement au-dessus d'un abat-jour. Chaque lampe publique est munie d'un plomb fusible.

Pour la distribution aux particuliers, les premiers raccordements, qui existent encore, se faisaient en passant sur des ferrures placées aux faites des toits. Les raccordements sont munis de coupe-circuits aériens, exactement aux points de branchement sur la canalisation principale, sur chaque pôle. Ces coupe-circuits peuvent servir d'interrupteurs pour la suppression du courant aux mauvais payeurs, dans le cas de travaux aux toitures, de mesures d'isolement du réseau indépendamment des installations intérieures, de recherches de défauts. De plus, étant la propriété de la station centrale et ne pouvant être touchés que par le personnel technique, les fusibles extérieurs des raccordements privés sont toujours exactement calibrés pour les installations qu'ils desservent, de sorte que les clients même lorsqu'ils placent chez eux, aux coupe-circuits généraux placés immédiatement après le compteur, des fusibles dix et vingt fois trop fort (ce qui arrive), ou lorsqu'ils les suppriment simplement, ils continuent à être toujours protégés contre les dangers d'incendie provenant de court-circuits.

En résumé : le réseau qui nous occupe est complètement aérien. Tous les isolateurs sont montés sur ferrures én contact avec des mâts, des poteaux en bois ou des supports métalliques reliés soigneusement à la terre en vue de la foudre. Toutes les lignes, tous les raccordements privés, tous les branchements de lampes publiques sont protégés par des sûretés fusibles exactement calibrées placées sur les deux pôles à 220 volts.

Le 6 février 1901, au lever du jour, tout ce réseau a été trouvé entièrement enseveli sous une épaisse couche de neige. La neige avait commencé à tomber vers minuit et à sept heures du matin il neigeait toujours. Le vent était du nord-est assez violent. La neige se présentait en très gros flocons. L'on ne pouvait plus voir un seul isolateur, la neige les entourant et les recouvrant complètement, ne formant qu'un seul bloc sur les mâts métalliques avec les traverses métalliques de support. Les abat-jour des lampes publiques étaient recouverts d'une masse de neige englobant les deux isolateurs et recouvrant complètement les deux fils nus de pôles différents de branchement des lampes. Les fils étaient des cordes d'environ 10 cm d'épaisseur de neige. Aux raccordements des particuliers ces fils alourdis à l'extrême avaient des flèches de près de 2 m et les pôles extrêmes à 220 volts trainaient franchement le long des toits, parfois au-dessus des gouttières de zinc, sur plusieurs mètres, dans la neige.

Des tournées de lignes furent immédiatement organisées. L'on dut décharger certaines portées de fils du poids exagéré des neiges en montant sur les mâts et en frappant les fils à la pince. La neige n'étant pas très adhérente à ce moment tombait sans trop de peine. L'on trouva naturellement un certain nombre de fils cassés, mais cependant peu. On les ligatura provisoirement de suite en vue de l'éclairage de la soirée. J'avais la ferme conviction que malgré ces précautions le soir à l'allumage de l'éclairage public les fusibles du tableau de distribution sauteraient, et sinon certainement de nombreux fusibles en ligne supprimeraient le courant aux lampes dont les fils étaient le plus complètement en court-circuit par les masses de neige.

Le soir à cinq heures on alluma l'éclairage public. Pas un plomb ne fondit, ni au tableau de distribution, ni aux sections en ligne, ni aux branchements des lampes. Et l'on put observer pendant deux soirées consécutives, les 6 et 7 février 1901, ce phénomène curieux d'une ville entière éclairée par des fils de neige posés sur de la neige.

Le service des particuliers ne souffrit non plus nullement de ce que les fils de polarité contraire à 220 volts, les isolateurs et les traverses de support ne formaient qu'une seule masse de neige.

Les ampèremètres du tableau n'accusèrent aucune dépense anormale de courant. Il eût été intéressant de faire des mesures d'isolement du réseau, mais elles ne purent être faites, car avant tout il fallait dans ces circonstances effectuer les tournées et l'inspection détaillée du réseau.

Au dire des anciens, il y avait au moins vingt-cinq ans que l'on n'avait vu de chute de neige aussi abondante dans le pays. La forêt de Condé appartenant au duc de Croy, souffrit énormément du poids des neiges tombées.

Le fait pratique certain est que la neige s'est montrée dans les conditions où elle est tombée le 6 février 1901 isolante pour la transmission de courants continus à 220 volts.

J'ai cherché à m'expliquer la propriété isolante de la neige dans le cas qui nous occupe : la neige formée d'eau de pluie, congelée, dans une ville d'atmosphère très pure devait être d'une certaine pureté chimique. Or l'eau chimiquement pure est loin d'être bonne conductrice de l'électricité. La neige était tombée en flocons très épais de sorte que les masses de neige recouvrant les fils, les isolateurs, les traverses, était très spongieuse, les flocons n'avaient entre eux qu'une surface de contact très imparfaite, et que la neige soit ou ne soit pas conductrice elle offre une grande résistance de contact au passage de l'électricité.

Veuillez agréer, Monsieur le Rédacteur en Chef, l'expression de mes sentiments très distingués.

E. J. M. Coops-Borgers.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. De Soye et Fils, Impr., 18, r. des Fossés-S.-Jacques.

ALTERNATEURS DE 10000 CHEVAUX
DU MANHATTAN ELEVATED RAILWAY

La Manhattan Railway Company, de New-York, a entrepris il y a quelques temps déjà la substitution de la traction électrique à la traction par la vapeur sur l'ensemble de son réseau. Les chiffres suivants donneront une idée de l'importance de cette entreprise :

Pendant la dernière année d'exploitation, le nombre de voyageurs transportés a été de 184 164 110, soit plus d'un demi-million par jour. Le matériel comprend 310 locomotives et 1158 voitures, et au moment du trafic maximum, 225 trains sont en service. La consommation annuelle des locomotives est de 227 000 tonnes de charbon, et 2 420 000 mètres cubes d'eau.

La traction par la vapeur donne des résultats extrêmement satisfaisants au point de vue de la régularité et de la sécurité du service, à tel point que depuis vingt ans 3 348 000 000 de voyageurs ont été transportés sans qu'un seul ait été tué soit dans une collision, soit dans un accident quelconque survenu aux trains. A ce point de vue, la traction électrique ne pourra certainement faire mieux; mais la Compagnie en espère d'autres avantages, notamment la possibilité de remorquer de trains plus lourds à une vitesse moyenne plus élevée, et de mettre en marche simultanément un plus grand nombre de trains, de façon à augmenter l'utilisation des lignes. Enfin, l'absence de fumée, de vapeur, d'escarbilles, la réduction du bruit, sont également à prendre en considération.

Après avoir examiné comparativement neuf différents projets, les ingénieurs de la Manhattan Railway Company se sont arrêtés à la création d'une station unique, produisant l'énergie à

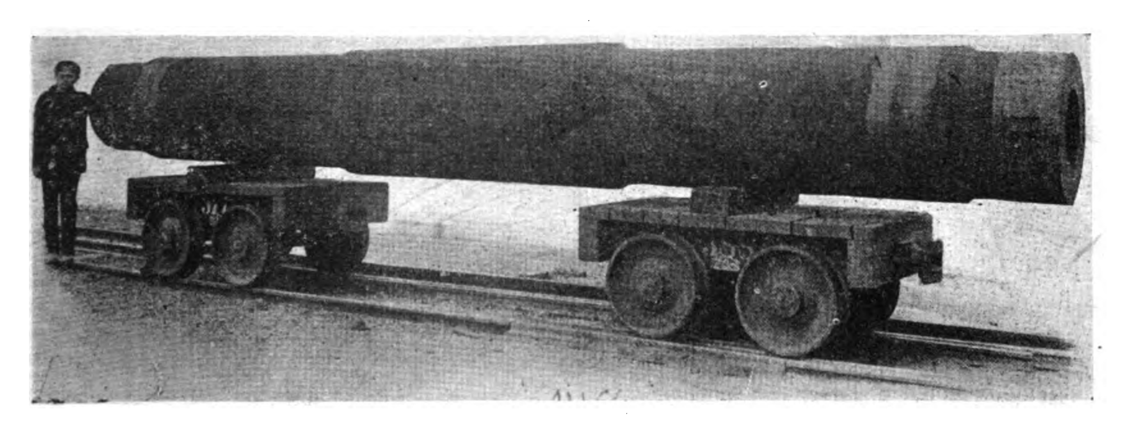


Fig. 1.

11 000 volts sous forme de courants triphasés, et l'envoyant à un certain nombre de sous-stations où des commutatrices la transforment en courant continu à 625 volts.

Cette station comprend 8 groupes électrogènes de 5000 kilowatts chacun, pouvant débiter 7500 kilowatts pendant les moments du trafic maximum. La hauteur de chacun des alternateurs est de 12,80 m, le diamètre de la partie tournante 9,75 m; le poids calculé de l'alternateur est de 385 tonnes et celui de son inducteur tournant 161 tonnes.

Mais en dehors de leurs dimensions inusitées (1), ces machines présentent divers points intéressants, parmi lesquels il faut citer :

La tension particulièrement élevée 11 000 volts au lieu de 6 à 7000 employés dans les installations similaires;

L'emploi d'un inducteur-volant, permettant de réduire au minimum l'intervalle entre les paliers, disposition qui se rencontre déjà dans d'autres machines, mais que dans le cas présent on a réussi à concilier avec un excellent coefficient de régularité ;

La construction de cet inducteur de façon qu'il présente une solidité exceptionnelle, et qu'il soit à l'abri de toute rupture ou éclatement provenant d'une augmentation anormale de la vitesse;

Enfin une étude approfondie en vue d'arriver à une courbe aussi voisine que possible de la sinusoïde.

Les figures 2 et 3, empruntées au *Street Railway Journal*, montrent l'un de ces alternateurs, qui sont construits par la compagnie Westinghouse. Les figures 4 et 5 en montrent les détails de construction.

La vitesse est de 75 tours par minute, le nombre de pôles 40 (fréquence 25); la tension peut varier entre 10 000 et 12 000 volts, l'intensité normale est de 263 ampères par phase, avec une charge non inductive. L'excitation doit dans ces conditions absorber 225 ampères à 200 volts, et environ 15 0/0 en plus avec la charge maximum et un facteur de puissance égal à 0,9. La régulation est d'ailleurs

(1) La Compagnie Westinghouse a dû construire un atelier spécial pour le montage.

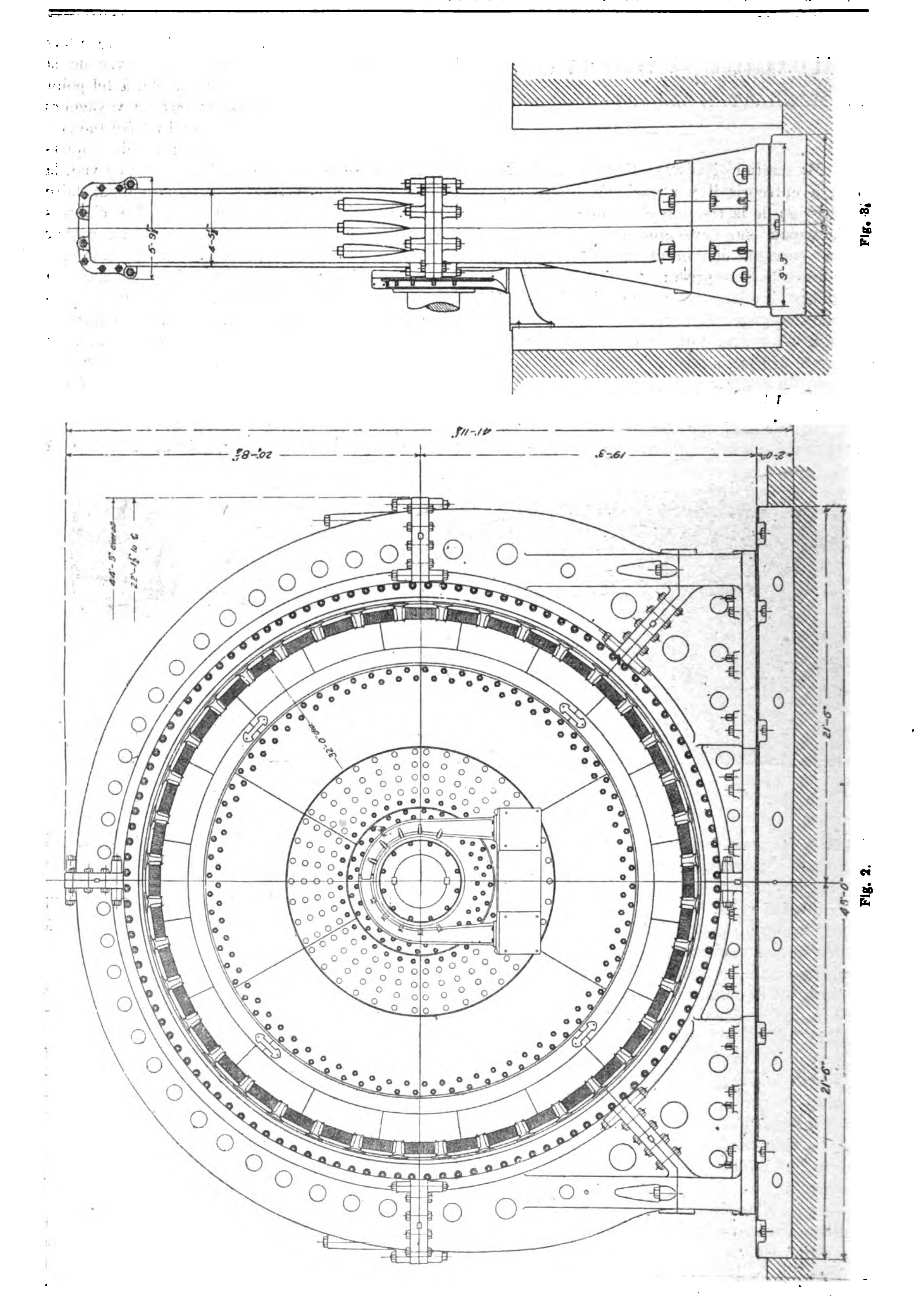
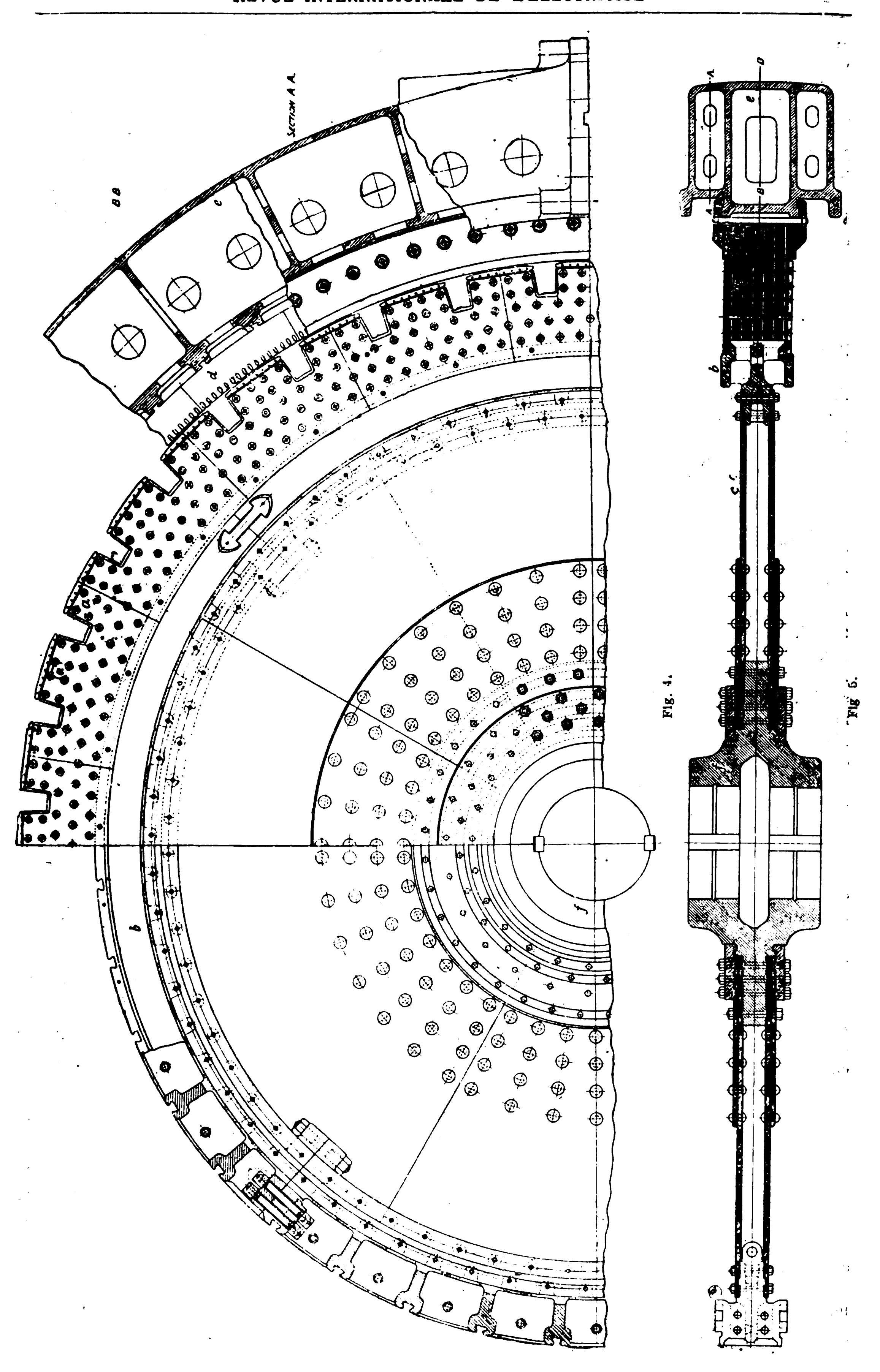


Fig. 3.

Fig. 2.


Section A A
BB
Fig. 4.
Fig. 5.

excellente, les constructeurs garantissant une élévation de tension de 6 0/0 seulement lorsqu'on décharge brusquement la machine travaillant à sa puissance normale sur un circuit non inductif.

Le rendement est de 90 0/0 à quart de charge, 94,5 0,0 à demi-charge; 95,5 0/0 aux 3/4 de charge; 96,5 à pleine charge et 97 0/0 avec une surcharge de 25 0/0. Ces rendements sont calculés en tenant compte des pertes par effet Joule dans l'inducteur et dans l'induit et des pertes dans le fer induit, mais en négligeant le frottement.

Les élévations de température sont les suivantes; elles se rapportent au fonctionnement sans décalage :

Pour une marche continue de 24 heures à puissance normale. . . . . 35° C.
Pour une marche continue de 24 heures avec surcharge de 25 0/0. . . . . . 45° C.
Pour une marche de 2 heures avec un courant égal à 1,5 fois le courant normal. . 55° C.

L'arbre, en acier forgé, est creux; la figure 1 donne une idée de ses proportions. Sur cet arbre se trouve calé un moyeu *f* en acier coulé, sur lequel sont boulonnés les segments de tôle d'acier *c* qui réunissent la jante *b* au moyeu. Cette jante en fonte n'est d'ailleurs elle-même qu'un support des tôles inductrices celles-ci formant le volant proprement dit. Elles sont divisées en segments correspondant chacun à la largeur de deux pôles, la section étant faite au milieu d'un pôle. Elles sont montées à queue d'hironde sur la jante, et l'ensemble est boulonné avec deux tôles plus épaisses placées de chaque côté, et qui viennent s'agrafer sur la jante. Dans cet inducteur-volant à toile pleine, les parties qui sont soumises aux efforts mécaniques se trouvent presque entièrement en acier laminé.

Les tôles de l'inducteur sont, comme d'habitude, divisées en plusieurs paquets laissant entre eux des intervalles pour la ventilation, à 75 mm de distance, et qui correspondent à des intervalles analogues dans les tôles de l'induit. De larges ouvertures pratiquées dans la jante laissent arriver l'air à ces conduits de ventilation.

L'enroulement inducteur est une bande de cuivre sur champ (une seule couche) l'isolant étant appliqué sur place entre les tours, et laissant les champs nus. L'essai d'isolement consiste à appliquer pendant une minute 2500 volts alternatifs. Des cales en cuivre boulonnées entre les pôles, et dépassant ceux-ci servent à retenir les enroulements et jouent en même temps, dans une certaine mesure, le rôle d'amortisseurs.

Les tôles de l'induit sont montées dans une carcasse en fonte en six pièces. L'enroulement est en étoile. Il est logé dans des encoches partiellement cermées. Chaque encoche contient trois barres, qui peuvent être au besoin démontées sans sortir felles d'une autre encoche. L'isolement est garanti pour supporter 25 000 volts alternatifs pendant 30 minutes, ou 30 000 volts pendant une minute, ou 35 000 volts pendant une seconde.

Les pièces polaires sont biseautées de façon à assurer une répartition du champ qui donne pour la force électromotrice à vide une sinusoïde Le champ transversal provenant du courant en charge et de la dispersion magnétique donne également naissance dans l'enroulement induit à une force électromotrice voisine d'une sinusoïde. Il s'ensuit que la force électromotrice en charge, résultante de deux sinusoïdes de même période, sera aussi pratiquement sinusoïdale. Il y a quatre encoches par phase et par pôle, en vue d'éviter les harmoniques qui se produisent dans les enroulements n'ayant qu'un petit nombre d'éléments par phase. L'emploi d'un petit nombre d'encoches de grande dimension et ouvertes serait d'ailleurs incompatible avec les amortisseurs massifs entre les pièces polaires, en raison de la perte par courants de Foucault à laquelle ils donneraient lieu.

L'excitation est fournie par des dynamos Westinghouse de 250 kilowatts, accouplées directement à des machines à vapeur à 220 tours, chacun de ces groupes pouvant alimenter 4 alternateurs.

F. Drouin.

SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES [1]

(Suite).

Perméamètre de torsion J. Carpentier. — Cet instrument est destiné à la mesure rapide de la perméabilité des échantillons de fer; il est fondé aussi sur une méthode de mesure des champs magnétiques.

Comme le montre la figure 10, il se compose essentiellement d'un anneau de fer doux C, dont la section transversale *abcd* est très grande par rapport à celle de l'échantillon à essayer.

L'anneau est coupé de façon à laisser subsister en D et E deux entrefers de même largeur *l*. En D, l'entrefer est rempli par une cale en bronze, tandis qu'en E il est occupé par une petite aiguille aimantée *f*, dont deux butées limitent les déplacements.

Cette aiguille est suspendue par des fils de torsion R qu'on manœuvre en agissant sur un bouton moletté F.

L'aiguille porte un index permettant d'apprécier son orientation. Elle se déplace dans l'huile, celle-ci servant à rendre les oscillations apério-

(1) Voir l'*Électricien*, n° 532, 9 mars 1901, p. 146; n° 534, 23 mars 1901, p. 177; n° 536, 6 avril 1901 et n° 537, 13 avril 1901, p. 225.

diques. Toute cette partie de l'appareil est montée dans un tube T′ qui se place en E perpendiculairement au plan de l'anneau C. L'échantillon, de dimensions données, est figuré en AB. Il se place suivant un diamètre AB perpendiculaire à l'axe DE des entrefers et se trouve entouré d'une bobine magnétisante M.

Pour mettre cet échantillon en position, on l'enfile dans la bobine en le faisant passer par les trous A′, B′, percés dans l'anneau.

Quand on excite la bobine M, il se développe un flux qui traverse le barreau AB et les deux demi-anneaux.

Les flux de ces demi-anneaux sont égaux à cause de l'égalité des entrefers D, E et valent chacun la moitié du flux total dans l'échantillon.

Le flux qui traverse l'entrefer E tend à orienter l'aiguille f parallèlement à lui. On donne aux fils R une torsion suffisante pour ramener l'aiguille dans une direction r perpendiculaire à celle du flux. Cette torsion mesure la valeur de ce dernier et elle lui est proportionnelle.

L'appareil est complété par une boîte de résistance à manettes figurée en R′ et qui comprend, en outre, un inverseur I et un ampèremètre F. Ce dernier a une graduation en ampères qui sert à vérifier son étalonnage et porte, de plus, une graduation en gauss, tracée en fonction de l'intensité du courant et du nombre de spires de la bobine M.

Pour tenir compte de la portion de force magnétomotrice $\mathcal{F}$ nécessaire à l'aimantation de

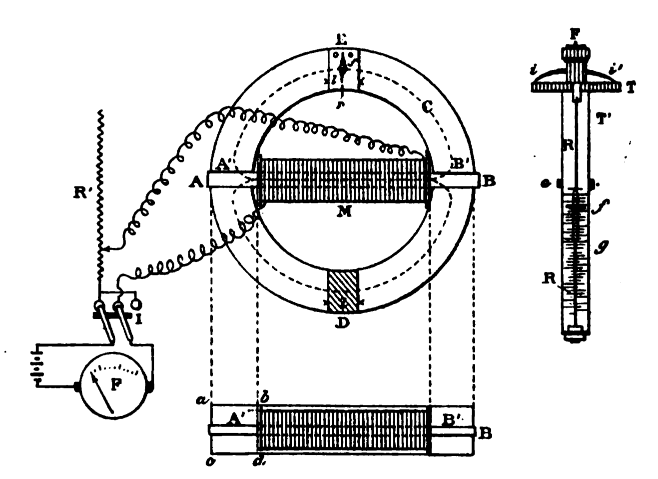


Fig. 10. — Perméamètre de torsion J. Carpentier.

l'anneau C, force qui est constante pour une induction $\mathfrak{B}$ donnée, il faut faire subir une correction aux lectures $\mathcal{F}$ de l'ampèremètre. Il est également nécessaire de tenir compte de l'influence de l'hystérésis.

A cet effet, la tête de torsion F porte deux index diamétraux i, i', mobiles simultanément devant les deux graduations tracées sur le tambour T.

L'une des graduations fait connaître directement les valeurs de $\mathfrak{B}$ et l'autre celle de la correction C qu'il faut, pour chaque valeur de $\mathfrak{B}$, retrancher des lectures $\mathcal{F}$.

D'autre part, le tambour T peut tourner sur lui-même à frottement dur, afin de permettre le déplacement des zéros de ses graduations.

Voici comment on procède à une mesure :

L'échantillon étant mis en place, on fait passer un courant dans la bobine M et on règle sa valeur au moyen de la boîte de résistance R′, de manière à amener l'ampèremètre à une valeur approximative $\mathcal{F}$ de la force magnétomotrice choisie. On tourne la tête F jusqu'à ce que l'aiguille f arrive à son repère r, dans une position perpendiculaire à celle du flux en E. On amène le zéro de la graduation $\mathfrak{B}$ du tambour sous l'index i et on inverse le courant.

Il suffit alors de tordre les fils R de suspension de l'aiguille f jusqu'à ce que l'index de celle-ci revienne devant son repère r. Pendant cette opération, on a soin de ne plus toucher au tambour T.

L'index i fait connaître directement la valeur de $\mathfrak{B}$, tandis que l'index i' indique la correction C qu'il faut retrancher de la lecture $\mathcal{F}$ sur l'ampèremètre. La perméabilité correspondant à la force magnétisante $\mathcal{H} = \mathcal{F} - C$ employée réellement pour l'échantillon seul, est alors :

$$\mu = \frac{\mathfrak{B}}{\mathcal{F} - C}$$

On peut tracer une courbe des valeurs de μ, en

répétant l'expérience un certain nombre de fois avec des valeurs de $\mathfrak{F}$ — C convenablement choisies.

L'échantillon, ajusté à frottement doux dans l'anneau C, peut être cylindrique ou de forme prismatique ; le courant magnétisant est fourni par une pile constante ou par quelques accumulateurs.

En pratique, la bobine M porte deux enroulements, de chacun 730 spires, qui peuvent être groupées en série ou en parallèle. Le diamètre moyen de l'anneau C est d'environ 15 cm.

Un épaulement *e*, soudé au tube T', sert à amener l'ensemble de l'aiguille *f* et de ses accessoires dans une position bien déterminée lorsqu'on le met en place dans l'ouverture E.

Il y a lieu de noter que l'aiguille *f*, restant toujours, grâce aux butées, à peu près perpendiculaire à la direction du flux, n'en subit pour ainsi dire pas l'influence. Son aimantation

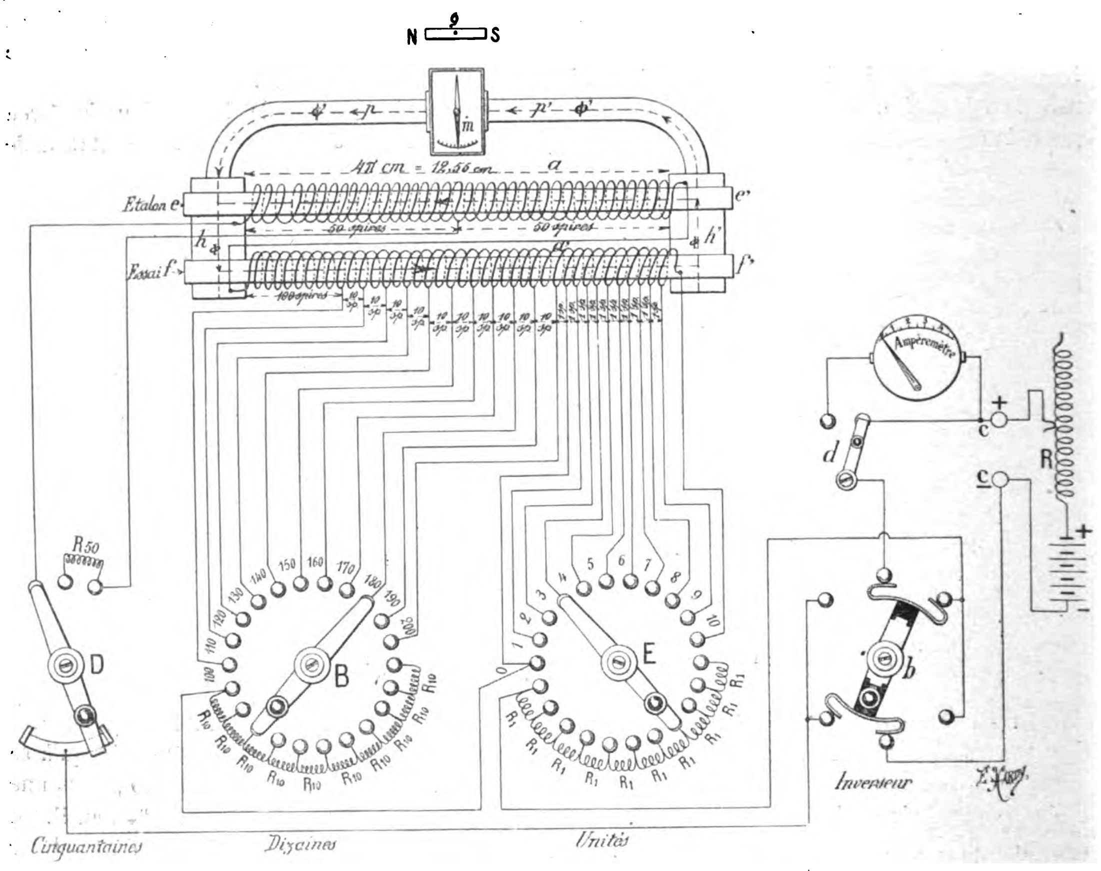


Fig. 11.

propre reste donc très longtemps constante.

Pont magnétique d'Ewing. — Le pont magnétique d'Ewing, dont la figure 11, montre la disposition schématique, se compose d'un circuit magnétique constitué par deux barreaux ou éprouvettes *ee'*, *ff'*, dont l'un est l'étalon de comparaison, préalablement étudié par la méthode balistique, et l'autre l'échantillon du métal à essayer.

Les deux éprouvettes doivent avoir la *même section* et leurs extrémités sont solidement serrées par des vis dans des logements pratiqués dans les culasses *hh'* qui ferment le circuit magnétique. Les réluctances des culasses et des joints sont considérées comme négligeables.

L'éprouvette étalon *ee'* est recouverte d'une bobine magnétisante *a* comportant 100 spires de fil; la bobine qui entoure l'éprouvette à essayer est formée de 210 spires. Pendant l'enroulement de cette dernière bobine, on a soudé, de place en place, sur le fil, des dérivations aboutissant aux plots de deux commutateurs multiples B et E. Le commutateur B sert à introduire ou à retirer du circuit des groupes de 10 spires, depuis 100 jusqu'à 210 spires. Le commutateur E permet d'intercaler dans le circuit ou d'en retirer séparément chacune des

spires de droite de la bobine. Pour ne pas compliquer le dessin, on n'a pas représenté toutes les spires. Les deux commutateurs étant montés en série, il est facile d'ajouter ou de retrancher un nombre quelconque de spires; on en utilise par exemple 183, en disposant les manettes des commutateurs comme l'indique la figure.

Afin de ne pas faire varier la résistance du circuit par l'addition ou la suppression de spires, les manettes B et E suppriment ou ajoutent automatiquement des résistances équivalentes R_{10} et R_1.

La bobine qui entoure l'éprouvette étalon peut également agir avec 50 ou 100 spires par la manœuvre du commutateur D qui met en même temps en circuit ou supprime, suivant le cas, une résistance de compensation équivalente.

Le courant, fourni par quelques accumulateurs, a son intensité mesurée par un ampèremètre qu'un interrupteur *d* permet de mettre à volonté en circuit.

Il traverse d'abord un inverseur *b* et de là se rend dans les bobines magnétisantes, montées en série et reliées de manière à développer dans le circuit magnétique un flux Φ fermé sur lui-même et indiqué en pointillé.

Lorsque l'induction $\mathcal{B}$ est la même dans les deux éprouvettes, il ne passe aucun flux extérieurement d'une culasse à l'autre tandis que si les inductions diffèrent, un flux de dispersion réunit ces culasses à travers l'air.

Pour apprécier la présence ou l'absence de ce flux dérivé qui dénote l'inégalité ou l'égalité des inductions dans les éprouvettes, les culasses sont munies de pièces polaires *pp'* dont les extrémités recourbées aboutissent de part et d'autres de l'aiguille *m* d'une boussole sensible.

L'aiguille de cette boussole est orientée et maintenue au zéro par suite de la position convenable donnée à l'aimant directeur *g*. Lorsqu'un flux dérivé traverse les pièces polaires, l'aiguille *m* est déviée et il est possible par ce moyen de réduction à zéro d'observer l'égalité des inductions dans les éprouvettes.

Pour se servir de l'instrument, on met les éprouvettes en place en les serrant fortement au moyen des vis placées sur les culasses, puis on règle le rhéostat R de manière à obtenir un certain courant, l'ampère, par exemple.

Le commutateur D étant placé de manière à faire agir les 100 spires de la bobine *a*, on manœuvre les commutateurs B et E des dizaines et d'unités de spires, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de *déviation permanente* de l'aiguille *m* qui éprouve toujours néanmoins quelques oscillations passagères pendant le réglage. Afin de diminuer l'influence de l'hystérésis qui empêche les inductions d'atteindre leurs véritables valeurs, on inverse plusieurs fois le courant au moyen de *b*; pendant ces inversions, l'aiguille ne doit pas subir de *déviation permanente* si le réglage des commutateurs B et E est bien fait.

Comme le barreau étalon est constitué par un métal de perméabilité très élevée, il faut toujours faire agir au moins 100 spires sur l'éprouvette *f* en expérience. Lorsque le métal de cette éprouvette a une perméabilité tellement faible que l'action des 210 spires agissant sur elle ne peut produire la même induction que celle qui est développée dans l'étalon par les 100 spires de la bobine *a*, on enlève 50 spires sur cette dernière par la manœuvre du commutateur D.

La longueur utile L des éprouvettes entre les culasses est exactement de 12,56 cm $= 4\pi$; quand on fait agir les 100 spires de la bobine *a* l'induction dans l'étalon est directement donnée par la lecture à l'ampèremètre, chaque ampère correspondant à $\mathcal{H} = 10$ gauss, par suite même du choix des facteurs de construction $L = 4\pi$ et $n = 100$ spires.

Quand la bobine *a* est réduite à 50 spires agissantes, $\mathcal{H} = 5$ gauss par ampère. On a dans tous les cas $\mathcal{B} = \mu\mathcal{H}$, pourvu que les éprouvettes aient bien même section. Si l'on désigne par N le nombre de spires qu'il a fallu intercaler dans la bobine de l'éprouvette en expérience, pour annuler toute déviation permanente de l'aiguille *m* de la boussole, l'induction $\mathcal{B}'$ dans le métal essayé, est donnée par la relation :

$$\mathcal{B}' = \frac{N}{100} . 10 . I = \frac{NI}{10}$$

I étant exprimé en *ampères*, puisque le facteur 10 intervient pour passer de l'unité *C. G. S.* d'intensité de courant à l'unité pratique.

S'il fallait réduire à 50 le nombre des spires actives de la bobine *a* afin d'abtenir l'égalité d'induction, on aurait pour valeur de l'induction dans l'éprouvette en expérience :

$$\mathcal{B}'' = \frac{NI}{5}$$

Ce cas se présente lorsque le métal est très peu perméable. (Acier pour aimants permanents, par exemple).

Pour déterminer la perméabilité μ' de l'échan-

tillon à une induction $\mathfrak{B}'$, on emploie la courbe p'étalonnage fournie avec le barreau type, courbe qui fait connaître la perméabilité μ de ce barreau pour une induction $\mathfrak{B}'$, égale à celle de l'échantillon

Ces perméabilités étant en raison inverse des inductions on a

$$\frac{\mu'}{\mu} = \frac{10\,\mathrm{I}}{\frac{\mathrm{NI}}{10}} = \frac{100}{\mathrm{N}} \quad \text{d'on} \quad \mu' = \frac{100\mu}{\mathrm{N}}$$

si les 100 spires de la bobine a ont été utilisées. Si on en a employé seulement 50, on a

$$\mu' = \frac{50\mu}{\mathrm{N}}$$

La figure 12 représente une vue d'ensemble du pont magnétique d'Ewing, tel que le construit la maison Elliott de Londres. Sur cette figure les appareils indiqués sur le schèma sont représentés par les mêmes lettres. Les éprouvettes se glissent dans les ouvertures des culasses en *ef* on les maintient en place par le serrage énergique des boutons molettés visibles sur la figure. Les bobines magnétisantes sont protégées par une enveloppe a au-dessus de laquelle pend le support de l'aimant directeur *g*. La sensibilité de la boussole est telle, que lorsqu'on ajoute ou retranche 1 spire sur la bobine de l'éprouvette *ff'*, l'aiguille *m* accuse une déviation permanente appréciable pour un cou-

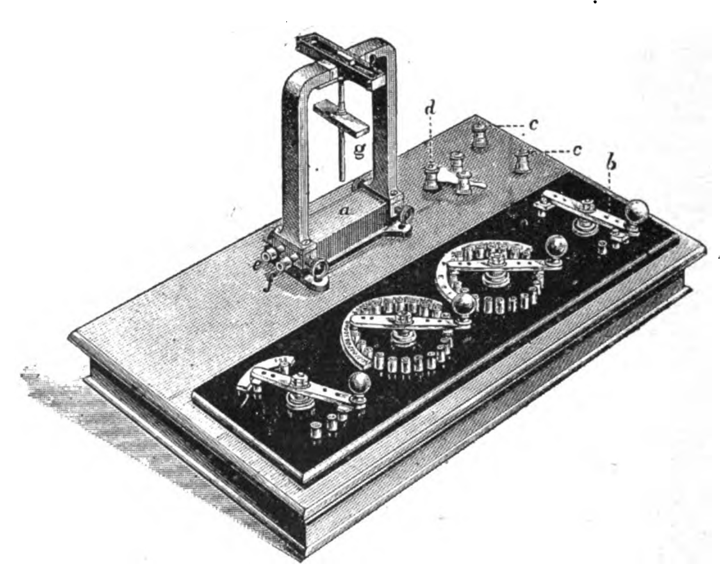


Fig. 12.

rant de 0,5 ampère traversant l'instrument. On peut donc apprécier le 0,05 gauss. Le courant maximum qui peut supporter l'appareil est de 10 ampères; par suite, la force magnétisante $\mathcal{H}$ peut atteindre 100 gauss. L'induction $\mathfrak{B}$ est alors voisine de 20000 gauss la section des éprouvettes étant de 1 cm² environ; la perméabilité μ du barreau étalon est sensiblement de $\mu = 200$ pour cette valeur élevée de $\mathfrak{B}$.

Lorsqu'on veut déterminer la perméabilité de tôles minces, on emploie une éprouvette étalon formée également de tôle mince; quant à l'éprouvette d'essai, on choisit le nombre de tôles qui doit la constituer de manière que les deux éprouvettes aient la même section réelle de fer.

L'emploi du pont d'Ewing permet de déterminer la perméabilité aussi rapidement qu'une mesure de résistance faite au pont de Wheatstone. La précision obtenue est plus que suffisante en pratique.

Pont magnétique de Franck Holden. — Cet appareil repose exactement sur le même principe que celui d'Ewing, mais il est d'une construction un peu plus simple. Il est représenté schématiquement par la figure 13.

Les éprouvettes *b*, *c* étalon et du métal essayé formant avec les culasses *ff'* un circuit magnétique fermé dans lequel l'induction est développée par un courant qui peut varier indépendamment dans chaque bobine, celle-ci ayant un nombre constant de 100 spires agissantes.

Les pièces polaires du pont d'Ewing ont été supprimées et les dérivations magnétiques des culasses *ff'* agissent directement à travers l'air sur l'aiguille *mm'* de la boussole. Un aimant



directeur *g* sert comme précédemment à fixer l'aiguille au zéro tout en permettant de régler la sensibilité.

Le courant fourni par des accumulateurs P traverse le rhéostat R'; il alimente les deux bobines *b*, *c* reliées en quantité, après avoir passé respectivement dans chaque circuit par les résistances *r* et *r'* étalonnées et servant à mesu-

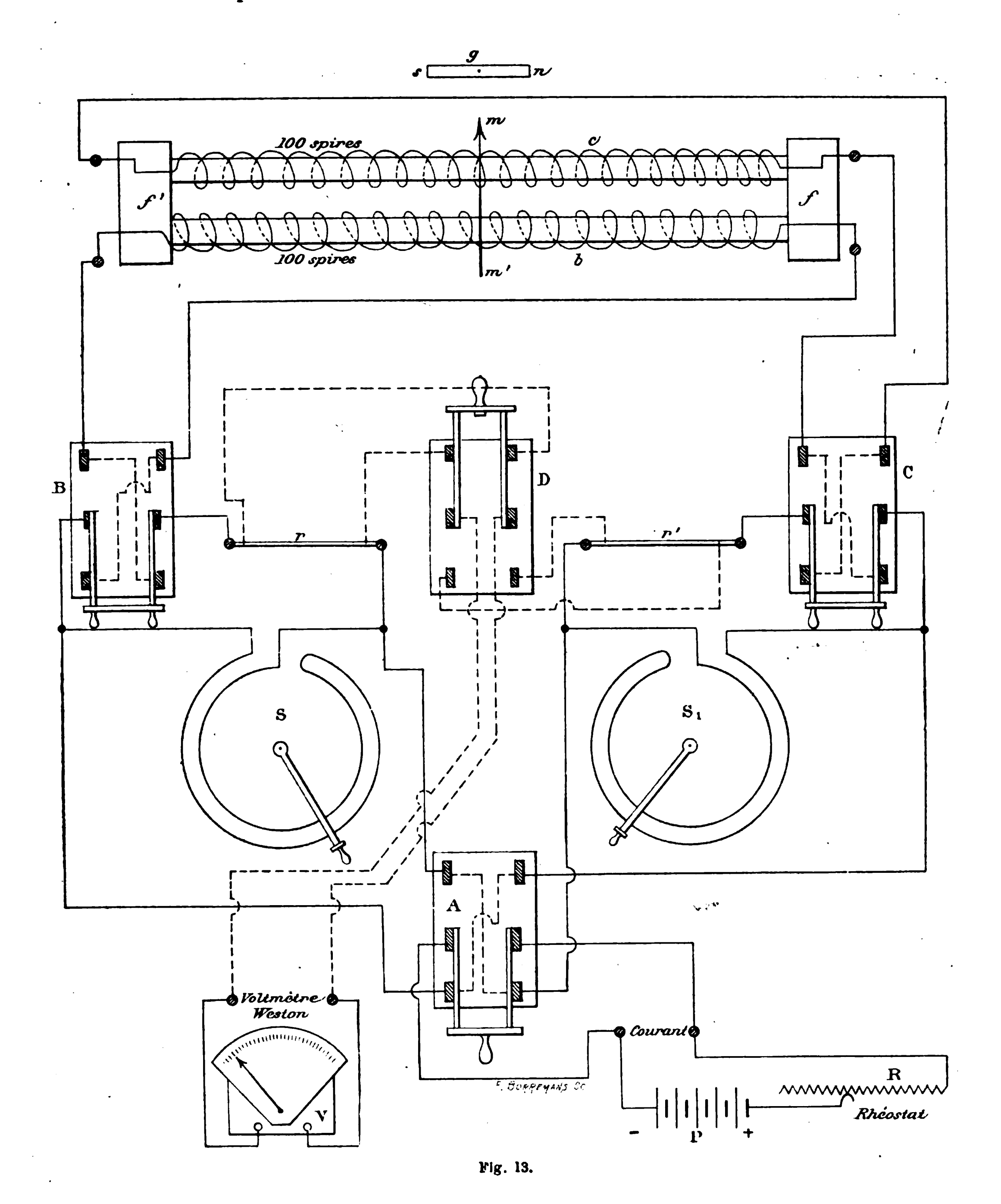


Fig. 13.

rer l'intensité du courant au moyen d'un voltmètre Weston branché en dérivation sur ces résistances.

A cet effet le commutateur bipolaire D permet de relier le voltmètre aux fils dérivés sur les résistances *r* ou *r'*. Afin de faire varier la force magnétisante dans chaque circuit et d'une façon indépendante, on déplace les manettes de deux commutateurs à curseur *ss*, qui constituent deux résistacces variables shuntant respectivement les bobines *b* et *c*.

En somme, on fait varier la force magnéti-

sante en agissant sur le courant au lieu de modifier sur le nombre de spires actives comme dans l'appareil d'Ewing. Comme l'intensité de courant change indépendamment dans chaque bobine, il faut, entre chaque variation des résistances *s*, *s*, inverser plusieurs fois le courant dans les enroulements *b* et *c* au moyen des inverseurs B, C, afin d'éviter les effets de l'hystérésis qui produirait à faux des déviations permanentes de l'aiguille *mm'*.

Quand le réglage est achevé l'aiguille *mm'* ne doit pas conserver de déviation permanente lorsqu'on manœuvre l'inverseur principal A. Il reste à lire l'intensité de courant dans les bobines *b* et *c* en manœuvrant le commutateur D. La graduation du voltmètre Weston est effectuée spécialement de 0 à 10 indiquant des forces magnétisantes de 0 à 100 gauss. Comme dans l'appareil d'Ewing la longueur des éprouvettes est de 12,56 cm. Naturellement la graduation du voltmètre Weston en valeur de $\mathcal{H}$ est particulière à chaque pont magnétique, puisqu'elle est fonction des résistances étalonnées *rr'*.

La figure 14 montre une vue d'ensemble du pont magnétique de M. Frank Holden. Au bas de cette figure on a représenté les bobines et les culasses munies d'ouvertures appropriées pour

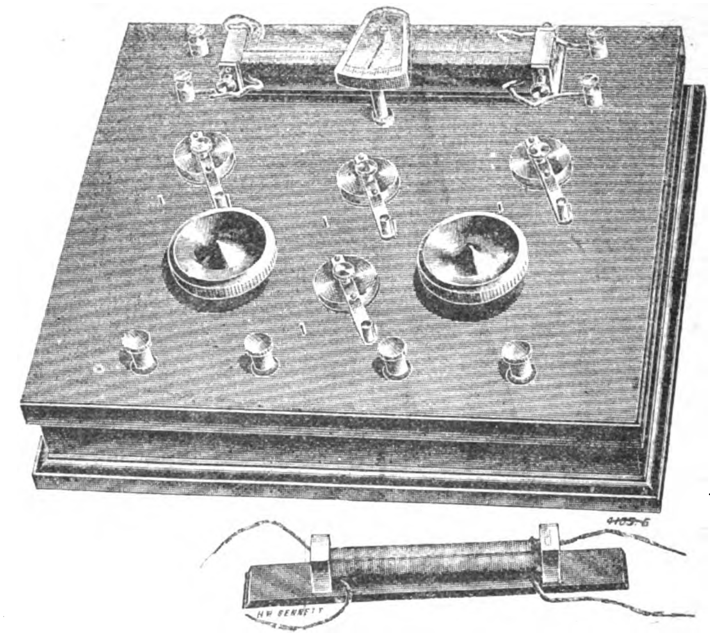


Fig. 14.

l'essai de barreaux massifs. Les bobines et culasses figurées sur le pont lui-même sont disposées spécialement pour l'étude d'éprouvettes formées de bandes de tôles.

Une éprouvette étalon massive et une autre en feuilles de tôle, sont livrées avec chaque appareil; elles sont accompagnées de leurs courbes $\mu\mathcal{H} = \mathcal{B}$ déterminées par la méthode balistique. Le calcul de la perméabilité des échantillons est le même que lorsqu'on emploie le pont d'Ewing et la précision des mesures est du même ordre de grandeur.

J.-A. Montpellier et M. Aliamet.

(*A suivre*).

SUR LES QUALITÉS

QUE DOIVENT POSSÉDER LES CHARBONS EMPLOYÉS COMME ÉLECTRODES

Les charbons utilisés comme électrodes dans les opérations électrolytiques et électrothermiques doivent, pour chacune de ces applications, posséder des qualités très différentes. Tel charbon utilisable dans certains cas peut ne pas convenir dans d'autres.

Il n'est pas sans intérêt de rechercher les propriétés que les électrodes de charbon doivent posséder dans chaque cas. La façon dont elles se comportent a pour cause, d'une part, les impuretés chimiques, organiques et inorganiques qu'elles peuvent contenir; d'autre part, leurs propriétés

physiques. Les différences dans les propriétés physiques proviennent du carbone employé dans la fabrication et du degré de porosité de l'électrode.

Parmi les industries électrochimiques qui emploient les électrodes de charbon on peut citer :

1° L'électrolyse des chlorures métalliques en solution aqueuse ;

2° L'électrolyse des chlorures alcalins en solution aqueuse ;

3° L'industrie de l'aluminium ;

4° L'industrie du carbure de calcium.

Ces industries typiques nous serviront de base pour définir les différentes propriétés que doivent posséder les électrodes de charbon dans chacune de ces applications. — Les propriétés générales qu'elles doivent, dans tous les cas, présenter, sont : 1° une durée la plus longue possible ; 2° un bas prix. Il faut encore que le charbon trouble le moins possible le bain et le produit fabriqué.

1er et 2e cas : Solutions aqueuses. — On sait que les anodes en charbon ne peuvent être employées dans l'électrolyse en solution aqueuse des sels qui, comme les sulfates, chlorates, etc., dégagent de grandes quantités d'oxygène. — Dans l'électrolyse des chlorures métalliques, il est facile d'obtenir le dégagement du chlore presque pur. Dans l'électrolyse des chlorures alcalins, il se forme une quantité un peu plus grande d'oxygène.

Suivant les circonstances, cet oxygène sera transformé complètement ou partiellement en acide carbonique par le charbon des électrodes.

Plus l'électrolyte est à haute température et plus sa réaction est alcaline, plus la quantité d'acide carbonique formé est importante.

Le chlore pur n'attaque pas, comme on le sait, le carbone pur, mais il attaque facilement tous les carbures d'hydrogène ; s'il s'en trouvait dans l'anode, on pourrait constater, en dehors des autres réactions déjà citées, une attaque de l'électrode par le chlore. Si ces carbures d'hydrogène ont été employés pour agglomérer l'anode, celle-ci devient friable et se détruit en formant une boue qui tombe au fond du récipient contenant l'électrolyte. Cette destruction de l'anode est aidée par la pression que produit le dégagement de gaz à l'intérieur de l'électrolyte.

En conséquence, une anode de charbon employée pour l'électrolyse des chlorures en solution aqueuse doit satisfaire aux conditions suivantes : en premier lieu, elle doit contenir le moins possible de carbure d'hydrogène ; en second lieu, avoir une surface assez grande pour que le dégagement du gaz se produise à la surface de l'électrode, autant que possible. Il faut encore que le carbone employé pour l'électrode soit exempt de composés inorganiques qui pourraient être attaqués par l'électrolyte ou par les corps qui se dégagent à l'anode.

Les électrodes étant fabriqués, soit avec ce que l'on appelle le charbon artificiel, soit avec le charbon de cornue, il est bon de savoir si on peut indistinctement employer ces deux sortes de charbon.

Le charbon artificiel se fabrique en agglomérant par des carbures d'hydrogène : goudron, poix, etc., soit du charbon de cornue, soit du coke finement pulvérisé. On fait parfois subir à cette poudre un traitement chimique préliminaire pour la purifier. Les électrodes sont fortement pressées, puis portées au rouge blanc dans des moufles, pendant plusieurs jours, ou dans des fours munis de carneaux. Cette opération a pour but de détruire les carbures d'hydrogène et de les transformer en une variété de carbone aussi analogue que possible au charbon de cornue. Dans la pratique, ce but n'est que difficilement atteint, surtout pour les électrodes un peu volumineuses, car il est nécessaire d'employer une très haute température et de chauffer très longtemps pour obtenir ec résultat ; mais, dans un but d'économie, on réduit le plus possible la durée du chauffage (environ quatre jours depuis l'entrée dans le four jusqu'à la sortie de la zone de refroidissement).

Comme on le verra plus loin, la présence du carbure d'hydrogène n'est pas toujours nuisible à l'électrolyse, mais elle l'est dans certains cas, et les fabricants n'ayant pas eu jusqu'ici une idée exacte des propriétés que doivent posséder les électrodes dans leurs diverses applications, il est impossible de trouver dans le commerce un charbon artificiel pouvant être avantageusement employé dans l'électrolyse des chlorures en solutions aqueuses. Jusqu'ici, on a surtout employé les électrodes de charbon de cornue, qui ne contiennent qu'une très petite quantité de carbure d'hydrogène. Pour éviter leur destruction, on cherche à provoquer le dégagement du gaz uniquement à la surface de l'électrode (2e condition), et pour que ce but soit atteint, il faut que le rapport entre l'intensité du courant et l'unité de surface soit aussi petit que possible ; il ne doit pas, s'il se peut, dépasser deux ampères par décimètre carré.

La troisième condition, consistant à éviter la présence de composés inorganiques se combinant, soit avec l'électrolyte, soit avec les corps se dégageant à l'anode, est remplie d'elle-même, si on emploie des électrodes de charbon de cornue, car ces électrodes ne contiennent généralement que de l'alumine et de l'oxyde de fer, corps qui ne sont pas attaqués par le chlore et l'oxygène. Pourtant une électrode de charbon constamment employée pour l'électrolyse de chlorures contenant, même en petite quantité, des impuretés telles que des sulfates, etc., serait attaquée avec le temps, Si, par exemple, on électrolyse du chlorure de sodium contenant 1 0/0 de SO_4, l'acide sulfurique se rassemble peu à peu à l'anode, de sorte que l'on finit par avoir une véritable électrolyse d'un sulfate avec rapide destruction de l'électrode en charbon.

3e cas : Industrie de l'aluminium. — En ce qui concerne les électrodes de charbon employées dans la fabrication électrolytique de l'aluminium, nous allons voir que leurs qualités doivent être absolument différentes de celles employées dans l'électrolyse des chlorures en solution aqueuse. Ici, l'électrolyse consiste dans la décomposition à haute température des fluorures dans lesquels l'alumine est dissoute. La partie de l'électrode qui plonge dans le bain en fusion prend la température de celui-ci (environ 800°). Sur cette partie de l'électrode se dégage de l'oxygène produit par l'électrolyse de l'alumine et par l'action du fluor sur l'alumine en dissolution. Cet oxygène produit la combustion de l'électrode.

La plus ou moins grande quantité de carbure d'hydrogène contenue dans les électrodes n'a aucune importance tant que la conductibilité reste suffisante, car ces carbures, sous l'action de l'hydrogène, brûlent absolument comme le carbone. Il est donc possible dans ce cas d'employer les charbons artificiels. Il n'est pas nécessaire de chauffer les électrodes à une haute température ni pendant longtemps, sauf pour obtenir une conductibilité suffisante; mais, en revanche, une question est ici très importante, c'est celle de la présence d'impuretés inorganiques.

Si les électrodes contiennent des combinaisons de la silice libre, il se produit des pertes en fluor par suite de la formation de fluorure de silicium, Si Fl_4, qui se dégage sous forme de fumée blanche,

$$Si\,O_2 + Fl_4 = Si\,Fl_4 + O_2$$

Il est également possible que la silice ou les combinaisons siliciques tombent en fusion au fond du bain où elles sont réduites par l'aluminium d'après la réaction que Wöhler avait déjà utilisée dans sa préparation du silicium. On voit que la moindre quantité de silice dans les électrodes peut avoir une influence sensible sur le produit obtenu, puisque d'après, M. Minet, pour 1 kg d'aluminium, 1 à 2 kg du charbon des électrodes disparaissent.

Dans la fabrication électrolytique de l'aluminium on devra donc employer un charbon qui, pourvu que la conductibilité soit suffisante, pourra contenir des carbures d'hydrogène, mais jamais de combinaisons de silicium. Le charbon de cornue, qui déjà par suite de sa formation n'est pas à recommander ne peut donc être employé dans ce cas; il ne reste que le charbon artificiel. Si ce dernier est fabriqué avec de la poudre de charbon de cornue ou de coke, on doit faire subir à ces matières un traitement préliminaire pour les purifier, mais il est mieux de n'employer comme matières premières que des produits ne contenant pas de substances minérales tels que le pétrole ou le coke de goudron.

4e cas : Industrie du carbure de calcium. — Passons à la fabrication du carbure de calcium. Ici, comme dans la fabrication de l'aluminium, la présence de carbure d'hydrogène n'est pas nuisible si la conductibilité et la compacité de l'électrode ne sont pas réduites à un trop grand degré. Mais, de plus, les impuretés inorganiques, pourvu qu'elles ne contiennent pas de composés de phosphore, n'ont aucune influence appréciable sur le carbure formé.

On emploie pour fabriquer ce carbure du coke ou de l'anthracite qui, sauf un lavage préliminaire, n'ont pas besoin d'être purifiés.

Supposons que dans la fabrication du carbure de calcium 10 à 15 0/0 en poids du carbure fabriqué soit pris à l'électrode de charbon et que le coke et l'anthracite contiennent la même proportion d'impuretés que le charbon des électrodes et nous pourrons faire le calcul suivant : pour fabriquer 1 kg de carbure de calcium on emploie 0,68 kg de coke ou d'anthracite contenant 0,04 kg d'impuretés (pour un charbon laissant 6 0/0 de cendres). A ces impuretés il faut ajouter celles provenant de la combustion de 100 à 150 gr d'électrode, soit 0,006 kg ou, en tout, 0,046 kg d'impuretés. Mais comme la plus grande partie des impuretés est composée d'alumine qui se transforme en carbure d'aluminium décomposable par l'eau et formant du méthane, on peut négliger les impuretés introduites dans le carbure de calcium.

Nous concluerons donc en disant que pour l'électrolyse des chlorures et la fabrication du chlore on doit employer le charbon de cornue; pour la fabrication de l'aluminium, le charbon artificiel purifié, et pour la fabrication du carbure de calcium, le charbon artificiel qui peut être préparé avec des matières premières impures : charbon de cornue ou coke pulvérisés. Il est par conséquent nécessaire, avant d'employer une électrode de charbon de savoir pour quel usage elle a été fabriquée, ce que jusqu'ici les fabricants ont toujours négligé d'indiquer.

(Traduit de la *Zeitschrift für Elektrochemie*.)

H. MURAOUR.

UNE CONFÉRENCE DE M. W. H. PREECE
SUR L'ÉLECTRICITÉ

Les Anglais semblent avoir bien compris, les avantages de distribution de l'énergie électrique si nous nous en rapportons à une conférence de M. William-Henry Preece à l'*Institution of Civil Engineers*, dans laquelle l'eminent ancien président de cette Société a retracé magistralement en quelques paroles un cours complet d'électricité à l'usage des ingénieurs.

Le point de départ de cette science, qui s'est

développée d'une façon étonnante les dernières années du siècle passé, et nous stupéfiera encore bien autrement, est la déviation d'une aiguille aimantée, se mettant en croix avec la partie rectiligne d'un fil conducteur parcouru par un courant électrique. Ce même fil enveloppant une barre de fer doux donne naissance à un électro-aimant dont les actions attractives et répulsives peuvent entrainer la rotation d'un arbre avec un rendement inconnu jusqu'alors; la machine à vapeur n'utilise en effet que 15 pour 100 de l'énergie du charbon, le moteur à gaz 25 p. 100 de celle du gaz d'éclairage, sa turbine 80 p. 100 de celle de la chute d'eau; le rendement de la dynamo atteint 98 p. 100.

Dans toutes ses manifestations l'électricité apparait comme un agent dynamique à la disposition de l'ingénieur, agissant sur la matière par une simple modification des mouvements de l'éther qui la baigne. L'éther ainsi mis en mouvement peut déplacer complètement les divers éléments simples qui constituent le corps considéré, ou être perçus parfois par nos sens, tels que le fil de platine qui s'échauffe au point de se résoudre en gouttes incandescentes, ou la plaque d'un téléphone qui reproduit à distance les vibrations de l'air et, par suite, la parole.

Tels sont quelques-uns des résultats obtenus à l'aide d'un courant électrique; mais le mot *courant* est loin de nous expliquer la cause des phénomènes susmentionnés et qui exigent un conducteur isolé formant un circuit fermé et un milieu ambiant influencé, l'éther. La sphère terrestre vient également jouer un rôle important dans ces manifestations. Les lignes de force électrique dont l'apparition et la disparition produisent un champ magnétique, et *vice versa* les lignes de force magnétique dont l'apparition et la disparition produisent un champ électrique, modifient l'état de tension du milieu ambiant à l'insu de nos sens, car la nature ne nous a pas gratifiés d'un sens spécial à la perception de ces phénomènes : nous ne nous en apercevons que grâce aux déplacements des conducteurs réalisant le courant ou des diélectriques, ou grâce à la polarisation de certains corps magnétiques, tels que le fer, le nickel ou le cobalt.

Les courants alternatifs sont encore plus complexes que les courants continus; mais leur action a pu être soumise à l'analyse mathématique, tout comme ces derniers. La fréquence de ces alternances est très variable : de 25 par seconde au Niagara, de 50 en général aux Etats-Unis, et de 150 même parfois, elle peut atteindre des millions dans des conducteurs qui ne sont pas fermés sur eux-mêmes.

En fait Maxwell a démontré l'identé de l'électricité et de la lumière; même vitesse, 300 000 km par seconde; même mode d'ondulations. Si l'on pouvait répéter les ondes 50 billions de fois par seconde, ces dernières apparaitrait sous la forme de rayons lumineux; les ondes électriques et les ondes lumineuses ne diffèrent que par leur longueur.

Quand on contraint un conducteur à pénétrer au travers d'un champ magnétique de manière à couper successivement toutes ses lignes de force, il y a production d'une force électromotrice proportionnelle à la longueur du conducteur et au nombre de lignes de force coupées par unité de temps. Telle est l'image de la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique; c'est ainsi qu'au Niagara 5 000 chx hydrauliques sont convertis en courants électriques développant 1 500 ampères sous 2 000 volts.

Si le conducteur parcouru par un courant électrique est libre de ses mouvements et si l'on déplace un champ magnétique de manière à ce que ses lignes de force rencontrent ce conducteur, ce dernier est mis en mouvement; c'est le principe du moteur électrique, c'est l'image de la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique, laquelle est fonction de l'intensité du champ magnétique, de la longueur du conducteur et de l'intensité du courant qui le parcourt. Cette réversibilité de la dynamo est d'une importance considérable au point de vue commercial; c'est elle qui a donné naissance aux tramways urbains et de grandes lignes, aux machines-outils mues par l'électricité. Les lois qui régissent les dynamos et les moteurs électriques sont parfaitement connues des ingénieurs; l'expérience leur a donné une foi absolue dans ces connaissances techniques, de sorte qu'ils disposent là des outils les plus parfaits qu'un poète puisse rêver ou qu'un magicien puisse créer.

Les renseignements que nous possédons sur la transformation en chaleur, ou en énergie chimique, de l'énergie électrique, ne sont pas moins précis; les lois de Joule et de Faraday régissent respectivement ces deux ordres de phénomènes. Aussi l'industrie électro-chimique a-t-elle pris une extension considérable. On compte actuellement 180 000 chx électriques employés à la fabrication du carbure de calcium, 56 000 pour celle des alcalis et composés du chlore, 25 000 pour l'aluminium, 11 000 pour le cuivre, 2 600 pour le carborundum, 455 pour la production de l'or.

S'il y a encore des Pyrénées, il n'y a plus d'espace, les courants produits par les piles de Volta et de Galvani ont été utilisés à la transmission à grande distance de combinaisons de signaux et par suite de la pensée. Le signal est l'effet de la simple déviation de l'aiguille aimantée. Sur le continent, la vitesse de transmission est pour ainsi dire infinie; mais, à travers les océans, elle est enrayée par la *capacité* du câble absorbant de l'énergie et diminuant le nombre d'excitations et d'arrêts du courant. Tandis que dans le premier cas on pourrait transmettre des milliers de signaux

par seconde; dans l'autre, on ne peut en communiquer plus de six.

Grâce au télégraphe, les colonies les plus éloignées sont en relations constantes avec la métropole, et notre globe serait-il mille fois plus grand qu'il n'y aurait plus de distance. On connait les services rendus par le télégraphe sur nos voies ferrées, et comment il concourt puissamment à la sécurité du trafic.

La transmission de l'énergie électrique résulte à la fois de la vitesse infinie de l'électricité et de la propriété que possède le courant électrique de convertir le milieu ambiant en champ magnétique. La pression nécessaire pour contraindre un courant d'une certaine intensité comptée en ampères à se laminer dans le conducteur s'appelle le *voltage*, et la résistance que le circuit lui oppose s'exprime en *ohms*. D'après les lois de Ohm, le nombre d'ampères recueilli à distance est fonction du voltage et de l'ohmage, et le produit des volts par les ampères ou *watts* constitue la puissance, d'après les lois de Joule. La limite supérieure du voltage est de 40 000 volts; au delà la force diélectrique de l'air est vaincue. On n'emploie guère que des courants de 2 500 volts dans les conducteurs aériens, exceptionnellement 10 000; mais ces courants dangereux sont convertis facilement et sans danger par les transformateurs.

Un transformateur est constitué en principe par un noyau formé de feuillets très minces de fer extra-doux et enveloppé de fils traversés par des courants primaires alternatifs de 5 000 volts. Si maintenant on enveloppe encore le tout d'un fil secondaire ayant huit fois plus de longueur que le fil primaire, on donne naissance à des courants alternatifs de 40 000 volts, mais d'une intensité qui ne serait que huit fois moindre sans les pertes dans le fer, le cuivre et l'air.

On peut aussi convertir les courants continus en courants alternatifs à l'aide de transformateurs rotatifs, par un procédé inverse, et en réduire le voltage, ou au contraire, comme à Tivoli, où l'on transmet à Rome, à 29 kilomètres, des courants alternatifs de 6 000 volts convertir ceux-ci en courants continus de basse tension, par des transformateurs rotatifs.

L'ingénieur dispose là de moyens puissants pour utiliser les forces naturelles qui toutes proviennent de la chaleur solaire, comme origine première, *fons et origo* de toute énergie terrestre; qu'il s'agisse de houille, d'huile minérale, enfouies dans les entrailles de la terre, d'oxygène faisant partie intégrante de l'atmosphère, des végétaux alimentant les machines animales, de l'eau convertie en vapeur formant les nuages, la pluie, les cours d'eau et les chutes, enfin du vent et des marées, et un jour même peut-être de la chaleur intérieure de notre globe. Quelle est, parmi ces formes, la plus économique? Cela dépend de bien des circonstances. L'énergie de la chute d'eau appliquée à une turbine est convertie en énergie électrique par la dynamo, la tension du courant produit est multipliée par le transformateur, ce qui permet de transmettre ce dernier à distance avec le minimum de perte.

On conçoit tout l'intérêt pour l'industrie de ces transformations d'énergie; mais c'est surtout dans les applications à la traction que l'électricité marche à pas de géant, grâce à sa féconde union avec l'éclairage. La traction électrique présente d'ailleurs un avantage précieux sur la traction mécanique en raison de la continuité de son action, tandis que celle de la machine alternative est intermittente. En outre, l'accélération est plus rapide, la vitesse maximum peut être atteinte en quelques instants, l'arrêt de même peut être obtenu plus vite, conditions d'une grande importance dans les tramways à arrêts très fréquents.

Nous n'en finirions pas si nous voulions signaler toutes les applications de l'électricité : notons simplement les services qu'elle rend pour l'explosion des mines; l'exemple le plus remarquable est celui des 4 427 cartouches des trous de mines de Hell Gate qu'elle a permis de faire sauter simultanément; notons également les services qu'elle rend à la navigation, pour la direction du gouvernail, la manœuvre des tourelles, le transport des projectiles, la distillation de l'eau de mer, l'éclairage, la ventilation, l'inspection de l'horizon à l'aide de puissants projecteurs, la transmission du commandement par tous les temps; notons enfin les conditions hygiéniques que l'électricité a permis de réaliser par un éclairage ne viciant pas l'atmosphère, par une ventilation facile, par la stérilisation de l'ozone, un produit de l'électrolyse, et par la fabrication électro-chimique des plus puissants antiseptiques et désinfectants.

(*Revue technique.*)

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 15 avril.

Génératrices à courant continu. — Le professeur Sidney Short a récemment présenté un travail sur ce sujet à l'Institution des Ingénieurs Électriciens. Le point de vue qu'il examine spécialement est relatif aux avantages à retirer d'une uniformité plus grande dans ces machines et il indique en même temps les modifications qui doivent être adoptées dans cette construction en montrant les résultats meilleurs que l'on obtiendrait certainement à l'avenir par suite de ces modifications. Il retrace brièvement leur histoire et leurs progrès depuis Clark et Gramme jusqu'à l'adoption du type multipolaire. Comme les dynamos à courant continu à faible vitesse et ayant plusieurs

pôles sont ordinairement employées dans les stations d'énergie d'Angleterre, l'auteur donne alors quelques détails concernant leur construction. Jusqu'à tout récemment, les dynamos multipolaires étaient spécifiées avec un nombre très limité de pôles et afin de les approprier aux vitesses variées et aux puissances requises, leurs proportions étaient difformes comme dans les machines bipolaires, et il en résultait des conséquences malheureuses provenant ainsi de leur mauvaise construction. Les machines récentes sont conçues avec un nombre de pôles toujours croissant et l'on n'a qu'à se féliciter du service qu'effectuent par exemple des dynamos de 1000 kw à 14 pôles, de 1600 kw à 16 pôles et de 3000 kw à 24 pôles, et cela avec des vitesses variant depuis 75 tours par minute pour les grandes puissances jusqu'à 90 révolutions pour les plus petites. La construction moderne tend à admettre un très grand nombre de bobines dans les dynamos à courant continu et d'un autre côté, les alternateurs modernes sont construits avec un nombre toujours décroissant de pôles. La fréquence dans les génératrices actuelles à courant continu est d'environ 15 cycles par seconde, tandis que dans les alternateurs pour la transmission d'énergie, la fréquence est au moins de 25. Même dans la construction mécanique et l'aspect général, dit M Short, ces deux classes de machines s'approchent l'une de l'autre, avec cette différence que pour le courant continu, l'armature doit être fixe pour supporter le dispositif de commutation, tandis que dans les alternateurs, l'inducteur est mobile. En présence de ces modifications, on peut se demander quels sont les résultats que l'on a obtenus; le professeur Short détermine la moyenne des valeurs du fonctionnement en partant d'une dynamo type pourvue d'une seule paire de pôles, et en groupant des types semblables, de manière à former des machines multipolaires et à déterminer la meilleure relation existant entre les vitesses et les capacités. Les capacités de machines ainsi conçues sont fixes et dépendent de la capacité d'une unité et du nombre des groupes d'unités. Il donne une table des vitesses, des capacités et des dimensions générales des machines jusqu'à 30 pôles, et en l'étudiant de près, on voit que lorsque l'on a établi des vitesses déterminées de fonctionnement dans la construction de dynamos multipolaires, de la vitesse de la machine dépend ensuite la production. Des dynamos types donnent un bon service avec des puissances de 1000 à 1200 kw; pour les génératrices de plus grandes puissances, cependant, il est possible d'imposer à l'armature 600 et même 700 ampères par pouce (0,025) de phériphérie, et l'on diminue ainsi le nombre des pôles, le diamètre décroît et on peut augmenter la vitesse. Une variation considérable de vitesse pour une production donnée peut être obtenue en faisant varier la section du circuit magnétique; mais l'étendue de ces variations est cependant limitée. Les avantages d'un modèle uniforme dans la construction seront fort appréciées des fabricants aussi bien que des directeurs de stations centrales à cause des parties interchangeables et de l'assurance d'un fonctionnement parfait et uniforme de chaque machine par rapport à sa capacité. Pour des dynamos de plus faible puissance, on peut se permettre des vitesses de 300 à 800 révolutions par minute, mais quand on atteint des puissances élevées, il convient d'abaisser la vitesse afin d'atteindre un bon fonctionnement, surtout pour les dynamos alimentant un réseau de tramt ways. Le professeur Short termine en expriman- l'espoir que les constructeurs de moteurs et de dynamos à courant continu coopéreront à la détermination d'une échelle des vitesses et des capacités propres aux groupes électrogènes. Une longue discussion suit cette conférence; y prennent part le major Cardew, M. Bailey, M. Giles et le président, le Dr Hopkinson.

***

Les tramways électriques d'Huddersfield. — La Corporation d'Huddersfield vient d'inaugurer un réseau de tramways à trolley. La ville possède déjà un ensemble d'éclairage électrique, mais les deux entreprises fonctionnent séparément. La station génératrice des tramways comprend trois chaudières Lancashire de 9,15 m sur 2,45 m pourvues de cinq tubes Galloway à chaque bouilleur et de brûleurs mécaniques Vicars. Le charbon est amené aux foyers à l'aide de machines élévatrices actionnées électriquement; le moteur Greenwood et Battey de 10 chx qui y est employé dessert également l'économiseur; des surchauffeurs Musgrave sont adjoints à chaque chaudière. Les moteurs ont été fournis par MM. Musgrave et fils de Bolton, ils sont du type vertical compound à condenseurs avec des cylindres de 0,43 m et de 0,98 m de diamètre et 0,91 m de course. Les volants mesurent 5,50 m de diamètre. Les dynamos Greenwood et Battey, multipolaires, fournissent 375 kw sous 550 volts. La station renferme également un groupe électrogène de 25 kw pour l'éclairage des bâtiments. Le tableau de distribution de la Compagnie anglaise Thomson-Houston comprend deux panneaux pour les génératrices, trois pour les feeders, un pour les essais du Board of Trade et un pour l'éclairage de la station. Les feeders sont isolés au papier et élongés dans des conduites de grès avec joints en ciment. La ligne aérienne est du type ordinaire de la Compagnie Thomson Houston; les conducteurs sont supportés par des poteaux tubulaires en acier; des commutateurs sont disposés par sections d'un demi-mille. Actuellement, 16 voitures sont en service; elles sont montées sur des trucks Brill, elles ont une impériale et leurs moteurs sont au nombre de deux modèle C. E. 58. Il y a 16 milles de voie actuellement équipés électriquement; les rails pèsent 44 kg le mètre courant et sont munis de joints « Neptune », avec des connexions transversales tous les 90 m.

***

L'énergie électrique dans les mines de charbon en Angleterre. — M. H. Ravenshaw vient de donner quelques notes intéressantes sur les difficultés et les obstacles que l'on rencontre dans la pratique, quant aux installations de transmission de l'énergie dans les mines de charbon. Ces observations personnelles ont été présentées dans un rapport lu devant l'Institution des Ingénieurs électriciens de Londres. Il est d'usage, dans les mines, d'employer un matériel distinct pour l'éclairage, car dans les puits, les lampes sont néces-

saires nuit et jour; de plus, la tension pour cet éclairage est de 220 volts et de 300 à 800 volts pour la force motrice. Les salles souterraines des machines qui sont situées à une distance considérable de la station génératrice, sont souvent éclairées à l'aide des canalisations de la force motrice par des lampes groupées en série. Dans les mines sèches, on recommande d'employer pour les canalisations des tubes d'acier dans les endroits où il n'y a pas à craindre d'éboulements. Les procédés primitifs sont peu appréciés; ils consistaient à placer les fils nus sur des isolateurs et d'y pendre des lampes aux endroits voulus. On doit adapter des lampes à arc à vase clos pour les entrées de puits principalement, en haut comme en bas. Les groupes électrogènes pour la force motrice sont ordinairement de 100 à 200 chx et ceux pour l'éclairage de 50 chx; dans les meilleures installations, on se sert de moteurs verticaux Corliss à volants avec accouplement par courroie; cependant dans quelque cas, on emploie une plus haute pression et des moteurs à grande vitesse avec accouplement direct. Il est absolument nécessaire d'avoir un excellent matériel, car souvent, il faut compter sur un fonctionnement de 16 heures par jour. Il n'est pas bon d'employer des machines qui ont un espace à ventilation interne. Elles ne doivent pas être disposées de manière à pouvoir prendre l'humidité. M. Ravenshaw a été témoin d'exemples dans lesquels des induits qui n'avaient pas été suffisamment isolés, s'étaient rompus les uns après les autres et cela pendant les temps humides, spécialement en janvier et février. La charge des moteurs sur les génératrices varie souvent de 25 0/0 à circuit ouvert dans un très court espace de temps. Un tableau de distribution bien isolé et à l'épreuve du feu est essentiel pour résistér à l'influence de l'humidité atmosphérique et aux poussières de charbon. On emploie ordinairement des câbles armés (le meilleur type est le câble armé Callender au bitume vulcanisé) et ils doivent être placés de manière que la chute de matériaux ne puisse les rompre ou même les frapper fortement. Tous les joints devront être disposés dans des boites; il ne faut pas employer de soudures et se servir d'un commutateur simple branché sur chacun des conducteurs partout où se trouve une jonction. On n'emploiera pas de commutateur à double pôle. En ce qui concerne les moteurs, il est très important que le circuit en dérivation du moteur ne puisse être rompu, car les très hautes tensions, à la rupture, provoqueraient des étincelles désastreuses et influeraient grandement sur les isolants.

Selon l'avis de M. Ravenshaw, le meilleur procédé à adopter est de relier d'une façon permanente à travers les bobines shunt une résistance non inductive égale au double de la résistance des inducteurs. Le courant employé est très faible et le circuit inducteur peut être interrompu sans inconvénient. Toutes les bobines en séries doivent être munies d'une résistance semblable; ces précautions réduiront les étincelles des commutateurs ou d'un câble rompu d'une manière très considérable. On doit se servir, pour le démarrage des moteurs, d'un commutatenr à simple pôle si toutefois on a disposé un bon interrupteur à double pôle à l'entrée des câbles dans la salle des machines; l'auteur a employé avec succès des commutateurs liquides. Toutes les résistances doivent être capables de supporter toute la charge de fonctionnement, car on les emploie quelquefois comme moyen de réglage. Les moteurs complètement fermés ne sont pas très en faveur auprès des directeurs et ingénieurs des mines de charbon, car il est très difficile de les conserver propres et de les surveiller. On préfère souvent un moteur ouvert après avoir pris toute précaution pour préserver la salle des machines de l'intrusion de quelque gaz. Les induits Gramme ne sont jamais employés pour le matériel souterrain des mines. Un induit en tambour dans lequel les conducteurs de potentiel opposé, sont près l'un de l'autre, s'arrêtera s'il s'y produit un court circuit et si des fusibles convenables sont installés, la machine est alors hors circuit. Pour les pompes, on emploie des moteurs compound. Pour les haveuses, les moteurs sont ordinairement enroulés en séries et sont soumis à des variations extrêmes de charge. Il est difficile de s'imaginer toutes les difficultés que l'on doit vaincre dans tous ces travaux divers et M. Ravenshaw déclare combien il a été surpris de voir combien sont nombreuses les installations électriques très défectueuses dans les mines de charbon. Mais un obstacle réel à vaincre, dit le conférencier, est la cause d'une instruction plus grande que plusieurs années de surveillance dans le cas d'un fonctionnement ordinaire et régulier. Il termine en indiquant quelques-uns des défauts et des accidents auxquels elles donnent lieu de bes installations.

CHRONIQUE

Automobile postale.

L'Administration des Postes et télégraphes effectue depuis quelque temps dans Paris des essais de transport de lettres avec une automobile électrique. Cette voiture a fait successivement toutes les tournées de quartier : un jour elle desservait les bureaux du 12e ou du 16e arrondissement. Un autre jour, elle gravissait les côtes souvent assez fortes du 9e ou du 18e arrondissement. On voulait ainsi se rendre compte du temps que le nouveau mode de locomotion permettait de gagner sur les horaires en vigueur dans ces différentes tournées. Ces expériences ont donné des résultats satisfaisants et la société concessionnaire des transports postaux dans Paris s'est décidée à demander, au sous-secrétaire des postes et télégraphes, l'autorisation de substituer aux 125 cabriolets qui sont actuellement en usage pour le transport des lettres un nombre égal de voitures automobiles. L'avantage de la nouvelle voiture est de pouvoir transporter 800 kg au lieu de 500 que portent les cabriolets à chevaux. En outre, on gagne cinq minutes sur vingt.

(*La Nature.*)

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.



LES JEUX D'ORGUE ÉLECTRIQUES

(*Suite*) (1).

L'appareil, construit par la Compagnie générale d'éclairage et de force (anciens établissements Clémançon), est antérieur à celui que nous avons décrit précédement; il résout le même problème d'une façon à la fois élégante et complète. Il est d'ailleurs en service dans différents théâtres, notamment à l'Opéra-Comique, à la Comédie-Française, à la Gaîté et au Châtelet, et il donne partout d'excellents résultats.

Ce jeu d'orgue se distingue de celui de MM. Mornat et Langlois en ce qu'il peut et qu'il est en réalité commandé de la scène, ce qui présente certains avantages en évitant, par exemple, des erreurs possibles dans la transmission des ordres. Il se compose donc de deux parties mécaniquement indépendantes : le rhéostat proprement dit, qui est placé en un endroit quelconque convenablement choisi et l'appareil de commande électrique à distance.

Nous allons décrire séparément ces deux appareils, puis expliquer le fonctionnement de l'ensemble.

Le rhéostat est constitué par un fil de ferronickel de section variable, fixé en zig-zag sur deux couronnes, maintenues à distance par des entretoises; il présente l'aspect d'une cage d'écureuil. Cette cage doit pouvoir tourner autour de son axe à des vitesses différentes; à cet effet, elle est actionnée par un petit moteur électrique dont nous reparlerons plus loin, car il fait partie de l'appareil de commande à distance.

Sous le rhéostat est disposée une cuve en fonte d'une faible profondeur contenant un bain de mercure d'environ 7 mm d'épaisseur.

La cuve est placée à une distance telle du tambour sur lequel sont enroulés les fils, que lorsque ce tambour est mis en mouvement par le moteur dans un sens ou dans l'autre, les fils viennent successivement plonger dans le mercure de la cuve.

Etant donné la disposition en zig-zag de ces fils, chacun d'eux vient toucher le bain d'une façon progressive, de sorte que le ménisque de contact parcourt toute la longueur de chaque élément de résistance et que pendant la rotation du rhéostat cette résistance varie par suite d'une façon insensible. Le fil métallique a, bien entendu, un diamètre variable, ce qui permet de réduire sa longueur, et les spires sont disposés de façon à rendre les variations de la puissance lumineuse proportionnelles aux déplacements angulaires de la cage.

Le cylindre ne peut effectuer une révolution complète; il ne peut parcourir que 340 degrés d'un bout à l'autre de sa course totale, laissant ainsi un intervalle suffisant entre les deux extrémités de la résistance. Pour un parcours complet du rhéostat, les lampes passent de l'extinction à leur éclat normal, c'est-à-dire de la pleine nuit au plein jour ou inversement.

La course totale de 340 degrés est divisée en sept parties égales qui correspondent à sept valeurs intermédiaires de la puissance lumineuse.

Ce dispositif est donc parfait pour obtenir les variations insensibles de la puissance lumineuse des lampes que réclament certains effets de scène.

On ne peut songer à installer sur la scène ces rhéostats tournants et, d'ailleurs, à Paris les règlements de la Préfecture de police s'y opposent; on est donc obligé de les disposer dans les sous-sols en général, mais toujours en un endroit où ils puissent être facilement accessibles.

C'est cette nécessité qui a conduit à adopter, dans la plupart des cas, la commande à distance; nous disons dans la plupart des cas, parce que, lorsque les conditions imposées le permettent, nous verrons par la suite que des dispositifs mécaniques simples ont été prévus, étudiés et même réalisés.

La manœuvre à distance s'effectue par un manipulateur destiné à actionner les moteurs qui, comme nous le savons, entraînent les rhéostats; à provoquer l'arrêt de ces moteurs au point voulu; à modifier leur vitesse de rotation et à changer leur sens de marche.

Le moteur employé, qui n'a à vaincre que les résistances passives et la résistance opposée par la couche mince de mercure, est de très petite dimension et on a pu le loger à l'intérieur de la cage que forme le rhéostat, de telle sorte que l'encombrement de l'ensemble ne se trouve pas accru et que le moteur est parfaitement protégé. Ce moteur est à excitation indépendante, de façon à en simplifier la construction et par suite à en réduire le prix.

Pour répondre aux conditions imposées que nous avons énumérées au début de cet article, le rhéostat doit pouvoir tourner à une vitesse choisie d'avance en parcourant dans un sens ou dans l'autre une fraction également déterminée

(1) Voir l'*Electricien* n° du 6 avril 1901, page 201.

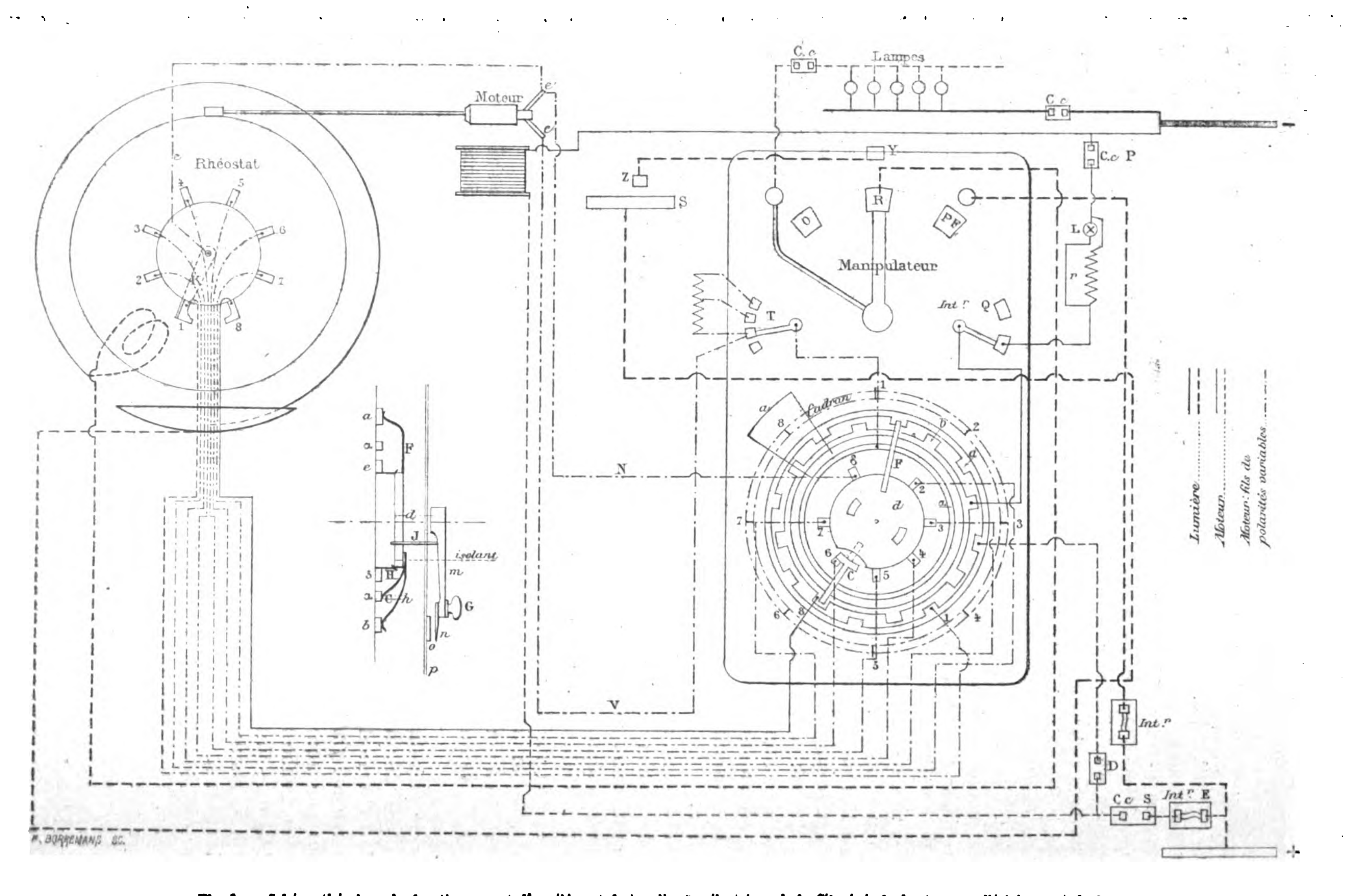


Fig. 1. — Schéma théorique du fonctionnement d'un élément de jeu d'orgue électrique de la Cie générale des travaux d'éclairage et de force.

de sa course totale, c'est-à-dire des 7/8 d'un tour. Chaque rhéostat doit pouvoir être ainsi actionné indépendamment des autres ou, au contraire, avoir un mouvement solidaire d'un nombre quelconque d'appareils semblables.

La commande à distance doit permettre à l'électricien chargé de ce service de disposer à l'avance le jeu à obtenir qui se réalise automatiquement, dès la mise en route, et de faire également toutes les manœuvres d'allumage et

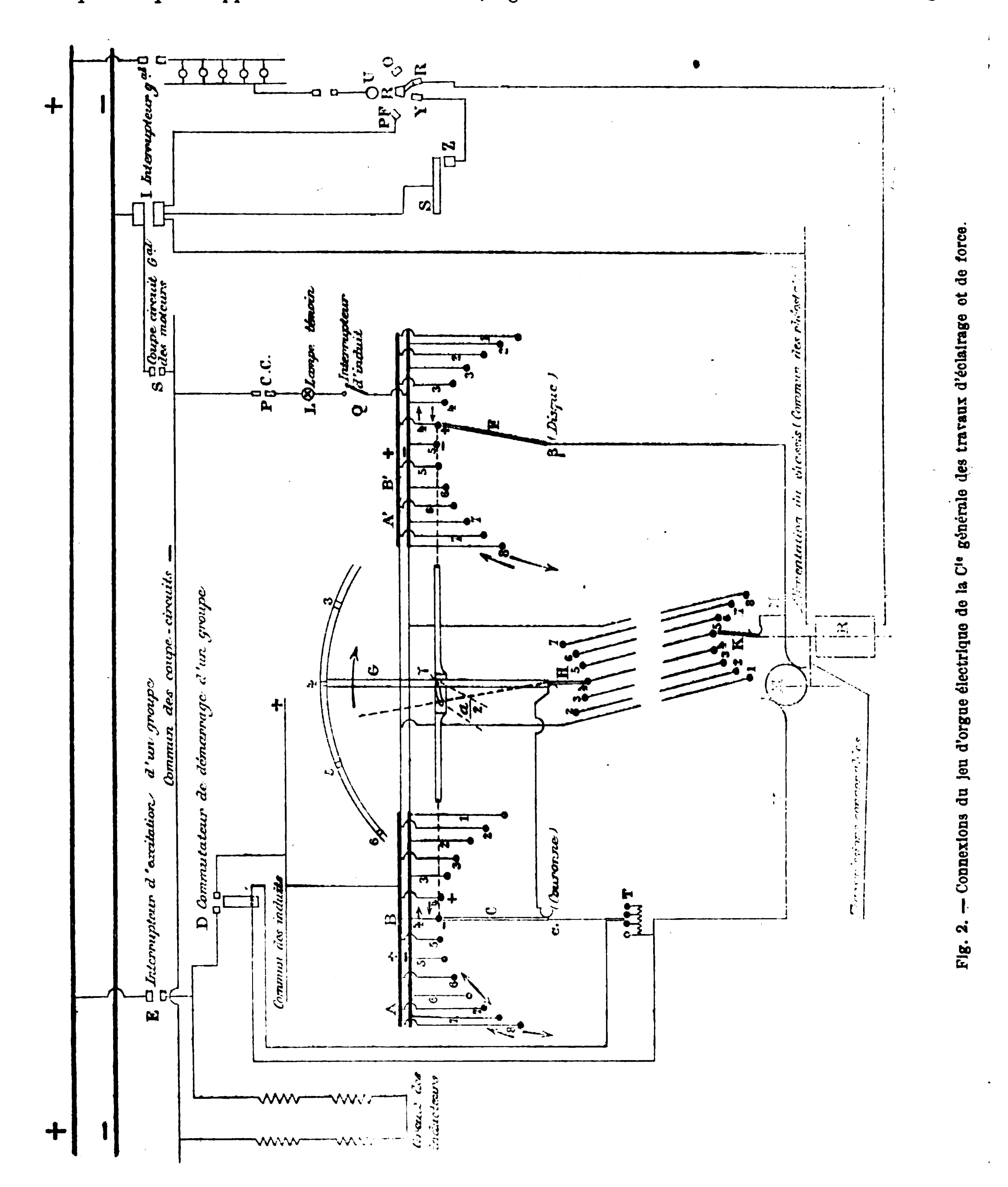


Fig. 2. — Connexions du jeu d'orgue électrique de la Cie générale des travaux d'éclairage et de force.

d'extinction des différents circuits à un moment quelconque.

Ces conditions sont réalisées par les différents organes du manipulateur qui comporte :

1° Un dispositif d'arrêt à fin de course;

2° Un inverseur pour le changement de marche;

3° Un commutateur pour régler la vitesse;

4° Un interrupteur pour l'arrêt des moteurs en un point quelconque;

5° Un commutateur permettant l'extinction ou l'allumage du circuit correspondant, soit directement, soit en passant par le rhéostat.

Nous allons suivre sur le schéma (fig. 1) les

différentes manœuvres et voir comment elles sont effectuées en principe.

Nous remarquerons tout d'abord que les circuits de commande des rhéostats sont complètement indépendants des circuits de lumière.

Les moteurs qui sont, avons-nous dit, à excitation indépendante, sont groupés par série comprenant les rhéostats de commande des circuits d'éclairage qui peuvent à un moment donné fonctionner simultanément. Les inducteurs d'un tel groupe de moteurs sont montés en série, tandis que les induits sont en dérivation. Un interrupteur E, dit interrupteur d'excitation, sert à fermer le circuit sur le groupe des inducteurs. Sur chaque dérivation d'induit se trouve une manette d'arrêt et de marche Q de ce moteur. Les moteurs d'un même groupe dont les manettes Q sont sur la marche peuvent être mis en mouvement en même temps au moyen de l'interrupteur D ou « démarreur » qui est monté en série avec l'interrupteur d'excitation E pour éviter que le courant ne puisse être envoyé dans les induits tant que le circuit des inducteurs est ouvert. Sur chaque circuit d'induit sont intercalés un coupe-circuit P et une lampe témoin L qui permettent à l'électricien de constater si le circuit du moteur est fermé; cette précaution est nécessaire puisque les moteurs sont placés à distance. S est un coupe-circuit général branché sur l'ensemble de la canalisation spéciale des moteurs. Le circuit de chaque induit comporte une série d'appareils reliés mécaniquement entre eux : les inverseurs C et F qui ont pour mission de changer le sens de rotation et les commutateurs H destinés à mettre les moteurs en court-circuit, c'est-à-dire à provoquer leur arrêt.

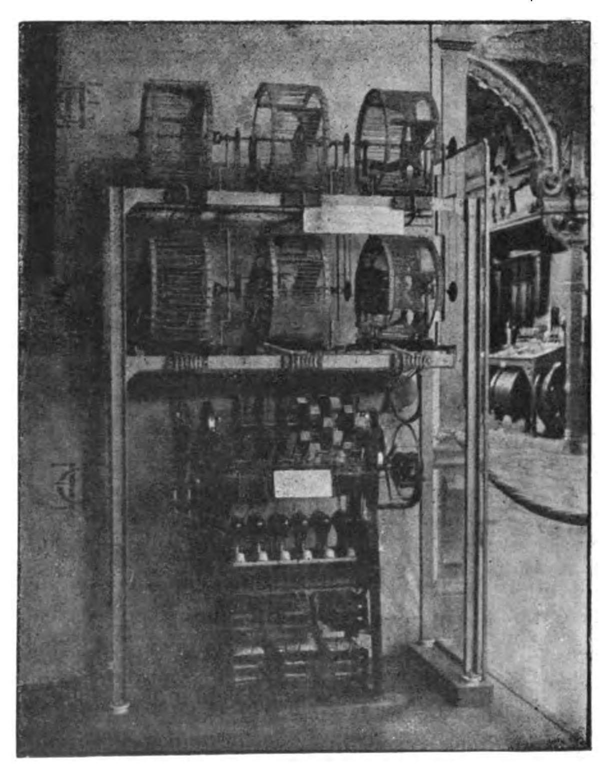


Fig. 3. — Chassis de 6 rhéostats avec leurs moteurs.

Ces différents appareils peuvent être placés dans 7 positions différentes qui correspondent aux 7 graduations de la puissance lumineuse des lampes, considérées comme suffisantes en pratique. Ils sont commandés mécaniquement par une manette à crans G qui est mise en mouvement à la main par l'électricien.

A cet effet, la manette G est solidaire de la manette de commande H qu'elle entraîne dans son mouvement; les deux autres manettes des inverseurs C et F sont entraînées par G à l'aide d'un goujon qui coulisse dans une tringle reliant ces deux manettes.

Le commutateur K, identique à H, est entraîné par le moteur.

Quand l'électricien met la manette G sur le cran 4, par exemple, il entraîne la manette H et

les manettes C et F qui se placent également en 4 sur les plots correspondants. Mais, cependant, la position de ces deux dernières manettes C et F dépend du sens de rotation de G; si G est entraîné dans le même sens que pendant la manœuvre qui a précédé immédiatement celle que nous considérons, les manettes C et F franchissent une distance proportionnelle au déplacement de G. Si, au contraire, le mouvement actuel de G est inverse du mouvement antérieur, il y a un retard dans la marche des manettes, retard égal à la longueur de la coulisse où peut glisser le goujon j; ce retard est employé à changer la polarité dans le moteur et par suite à inverser sa rotation, grâce à la disposition suivante que l'on peut suivre sur le schéma : les inverseurs C et F sont munis de deux séries de plots reliés alternativement aux

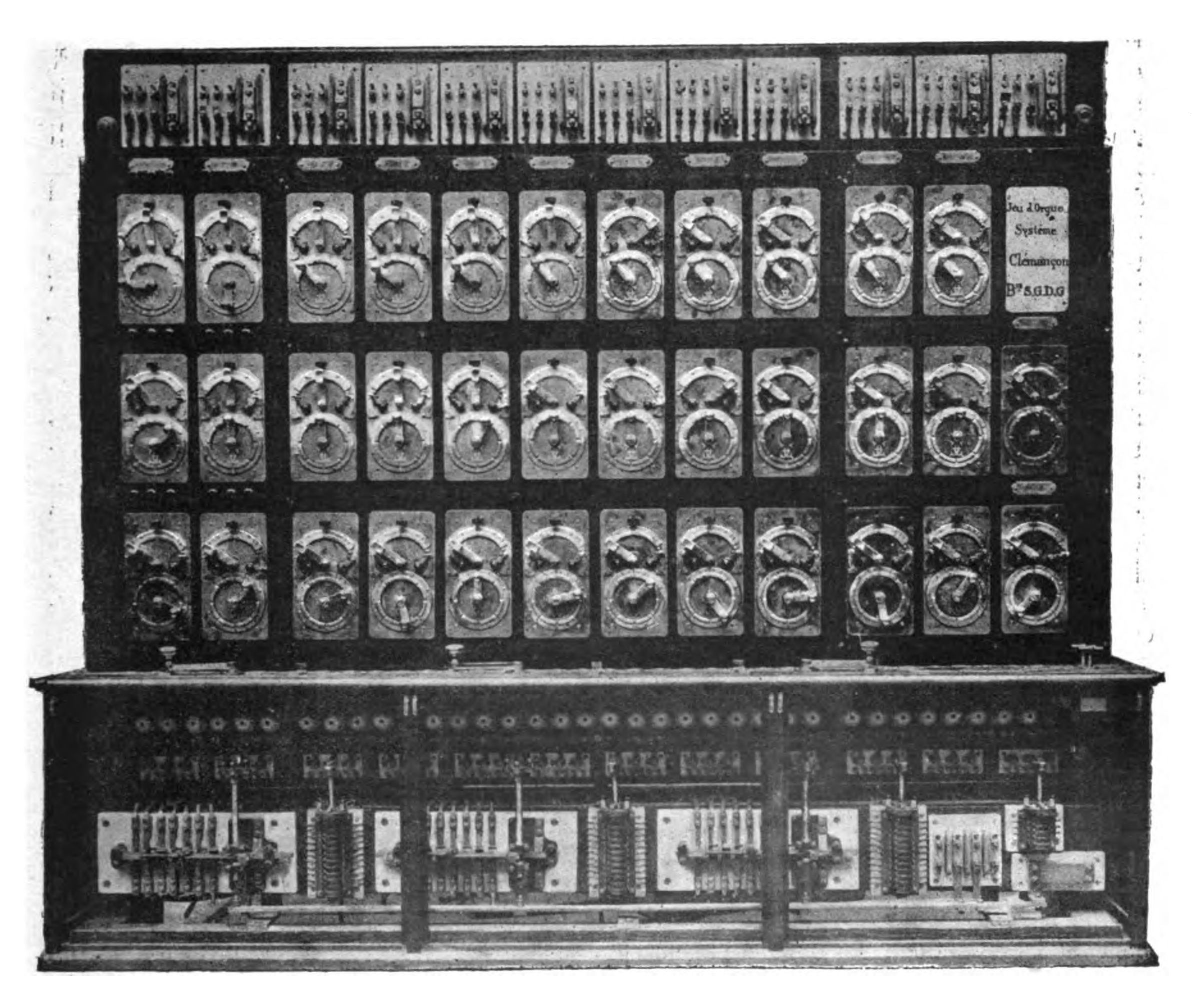


Fig. 4. — Ensemble du jeu d'orgue de la Cie générale des travaux d'éclairage et de force.

deux pôles, les plots adjacents sont l'un positif, l'autre négatif et placés à une distance égale à la longueur de la coulisse; comme la distance que franchissent les manettes de ces interrupteurs entre deux positions successives du manipulateur G est égale à deux fois cette valeur quand il n'y a pas glissement dans la coulisse, les positions successives des manettes des inverseurs, dans ce dernier cas, correspondront toujours à des plots reliés au même pôle, tandis que le changement de sens dans la manœuvre du manipulateur G, ayant pour effet d'introduire un glissement égal à la distance de deux plots successifs des inverseurs, les manettes de ces appareils viendront toujours se placer dans ce cas sur leur plot relié au pôle inverse.

Si donc la manette G est antérieurement en 3 par exemple et les manettes des inverseurs C et F sur 3 + et 3 — respectivement, quand on avancera le manipulateur sur 4, ces manettes viendront se placer sur les plots 4 + et 4 —; d'autre part, la manette K commandée par le moteur, qui était resté sur 3, sera entraînée par

le moteur jusqu'à ce qu'elle atteigne le plot 4, position pour laquelle le moteur est en court-circuit par le fil qui réunit les plots 4 des commutateurs H et K et par les frotteurs qui relient les manettes de ces commutateurs, l'une avec V, l'autre avec N sur les fils aboutissant à l'induit du moteur. Si, maintenant, on revient de la position 4 à la position 3 avec le manipulateur, les manettes des inverseurs C et F subiront un retard dans leur entraînement qui les mettra finalement en contact avec les plots 3 — et 3 +, en inversant le courant dans le moteur.

On voit donc que les mouvements du manipulateur G dans l'un ou l'autre sens sont fidèlement transmis au rhéostat et que l'ensemble des appareils que nous venons de décrire réalise une commande à distance parfaite. On remarquera que les extrémités de course ne peuvent être atteintes que dans un seul sens pour chacune d'elles, c'est-à-dire que la mise en court-circuit du moteur pour ces deux points est indépendante de la manœuvre de l'inverseur; c'est une condition évidente puisque le rhéostat ne fait jamais un tour complet, mais bien des mouvements alternatifs. Le plein jour (position 8) correspondant toujours aux connexions V + et N — et la pleine nuit (position 1) aux connexions inverses V — et N +, la liaison des plots 1 et 8 est donc faite directement sur les pôles correspondants et ce dispositif présente l'avantage d'arrêter sûrement le mouvement du moteur en fin de course, même si cet arrêt ne s'était pas produit au point intermédiaire choisi par suite d'un dérangement quelconque.

Le commutateur T sert à la commande du rhéostat de vitesse du moteur.

Chaque circuit de lampe, tel que celui que commande un rhéostat tournant, est alimenté par un commutateur à 3 directions U correspondant à l'extinction (plot 0) ou à l'allumage (plot PF) du circuit sans passer par le rhéostat, ou enfin aux diverses manœuvres obtenues par le rhéostat (plot R).

Le coupleur SZ permet de mettre en courts-circuits les rhéostats d'une série de circuits groupés sur ce coupleur pour réaliser un effet déterminé. Pour pouvoir effectuer cette manœuvre, le plot R du commutateur précédent est relié au plot Y par une fiche et ce plot peut, d'autre part, par le bloc Z auquel il est réuni électriquement, être branché sur la barre du coupleur S. Les circuits à grouper seront représentés sur le coupleur par des plots tels que Z qu'il suffira de réunir avec S' au moment opportun.

L'ensemble des appareils dont nous venons de donner la description réalise toutes les conditions du programme posé au début, savoir :

1° Dispositif d'arrêt à fin de course par mise en court-circuit du moteur à l'aide des plots 1 et 8 du commutateur K;

2° Changement de marche par les inverseurs F et C;

3° Réglage de la vitesse par le rhéostat que commande le commutateur T;

4° Arrêt en un point quelconque par les commutateurs H et K;

5° Allumage et extinction indépendants par le commutateur V ou, en passant par le rhéostat, par les deux extrémités de sa course.

Nous allons voir maintenant la réalisation pratique de ces divers appareils.

Le schéma figure 2 qui reproduit les dispositions que nous venons de décrire nous montre le combinateur G monté avec les manettes C et F sur un axe commun; cette disposition qui réduit l'encombrement est facilement réalisable : les plots sont, en effet, placés symétriquement devant chacune des manettes C et F et ces manettes n'occupent jamais une position semblable sur ces plots; il suffit par suite d'isoler les deux manettes entre elles; les pôles communs à ces deux manettes A A' et B B' sont représentés par deux couronnes superposées, isolées entre elles et munis d'encoches placées à l'intérieur sur une couronne, à l'extérieur sur l'autre, qui correspondent aux plots du schéma (fig. 1).

La manette F est fixée sur le disque β et reliée au pôle N du moteur d'une façon permanente. La manette C est entraînée comme F par la couronne α dont elle est isolée électriquement et elle est en connexion constante avec le pôle V par l'intermédiaire du commutateur de vitesse T et de la couronne α sur laquelle elle vient continuellement frotter. La manette H, au lieu d'être entraînée directement par le combinateur G comme dans le schéma (fig. 1) est solidaire de C; aussi on a dû augmenter la surface des plots du commutateur que commande cette manette de façon à ce que le contact soit assuré quand la manette C subit le retard correspondant à l'inversion du courant. Ces plots sont représentés par des lamelles n° 1 à 7 qui sont disposées autour du disque β; les plots du commutateur correspondant K sont fixés sur un autre disque calé sur l'axe de rotation du rhéostat et tournent avec ce rhéostat devant la manette K qui est fixe et reliée au pôle N du moteur.

Au moment du démarrage, le démarreur D

met le rhéostat de vitesse T en court-circuit pendant un instant pour être assuré d'un démarrage franc à toutes les vitesses.

Les 10 fils qui réunissent le manipulateur au moteur sont groupés sous une tresse qui contient en outre les deux fils du circuit d'éclairage.

L'ensemble que nous venons de décrire constitue une unité et commande un circuit.

Tous les circuits de même couleur sont réunis sur un même coupleur, de façon à pouvoir être manœuvrés simultanément.

La solution du problème des effets de lumière à la scène que donne cet appareil est théoriquement plus parfaite que celle fournie par le jeu d'orgue de MM. Mornat et Langlois : il permet, en effet, de rendre absolument continue la variation de la tension aux bornes des lampes et, par conséquent, de modifier d'une façon insensible la puissance lumineuse de ces lampes. Au point de vue pratique, la construction est moins mécanique, c'est-à-dire moins robuste et la multiplicité des petits moteurs électriques employés peut être une cause de dérangements plus fréquents. L'emploi du mercure n'est pas non plus sans présenter quelques inconvénients; néanmoins l'appareil construit par les anciens établissements Clémançon donne d'excellents résultats dans les différents théâtres où il est monté et il a une grande souplesse de fonctionnement.

La figure 3 montre un châssis de 6 rhéostats avec leurs moteurs.

La figure 4 représente un ensemble complet qui figurait à l'Exposition universelle de Paris, en 1900 et qui n'est autre que le tableau du manipulateur de la Comédie-Française; les trois couleurs sont disposées sur trois rangées horizontales, on peut voir au bas de cette figure les coupleurs et les commutateurs de mise en marche des moteurs de chaque groupe : blanc, bleu et rouge; les coupe-circuits généraux des moteurs; les bornes de connexions des manipulateurs aux coupleurs et aux commutateurs de mise en marche des moteurs; les coupe-circuits individuels des moteurs et les lampes témoins de chaque unité. A la partie supérieure sont disposés les coupe-circuits pour les circuits de lumière.

Quand les rhéostats peuvent être placés dans le voisinage immédiat des manipulateurs, l'entraînement peut être réalisé mécaniquement; dans ce cas, les manipulateurs sont légèrement modifiés dans leur disposition mécanique, mais la manœuvre reste exactement la même.

A. Bainville.

LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR MURRAY

Dès les débuts de la télégraphie électrique, pour ainsi dire, le problème d'enregistrer automatiquement les messages en caractères romains a été étudié et expérimenté; il a constamment exercé une sorte de fascination sur l'esprit des inventeurs qui ont tour à tour cherché à le résoudre; on voulait y introduire cette simplicité de mécanisme et cette rapidité de manœuvre que les progrès incessants de la civilisation exigeaient toujours de plus en plus complètes. Or, depuis l'époque où la géniale inspiration de Morse créa la merveille que l'on sait, bon nombre de dispositifs télégraphiques furent proposés, mais quelques-uns seulement ont survécu et franchi l'ornière expérimentale et il est facile d'énumérer en quelques lignes les perfectionnements qui ont été sanctionnés par la pratique. Il faut même atteindre 1872 et 1873 pour rencontrer les systèmes duplex et quadruplex qui permettent, par des variations ingénieuses introduites dans l'intensité du courant, d'abord deux transmissions dans le même sens, puis quatre en doublant le premier dispositif. En 1875, sur les lignes de la Pacific Telegraph Company, on introduisit ensuite un système automatique perfectionné par Little et Edison en employant une bande de papier perforé a la station transmettrice et une bande de papier chimiquement préparé qui inscrivait au poste récepteur les caractères Morse. Quelques années aprés, c'est le télégraphe Wheatstone qui fut pour la première fois adopté par la Compagnie de la Western Union; puis vient le procédé Delany qui permet de distribuer la transmission entre un certain nombre d'opérateurs. Enfin apparaissent divers systèmes de télégraphes imprimeurs dont il ne faut guère retenir que celui de Hughes si universellement connu maintenant et employé sur tout le continent Européen.

Une plus grande rapidité de transmission a donc été presque toujours le principal objectif des récents progrès télégraphiques. On a réalisé en partie ce desideratum, en remplaçant l'opération manuelle du manipulateur par une transmission automatique comme dans le Wheatstone qui comporte une bande perforée. Le travail des opérateurs est alors réduit à la préparation mécanique de cette bande, puis la transmission s'effectue automatiquement et les appareils fonctionnent à leur pleine puissance.

Un autre moyen d'accroître la rapidité est de supprimer la lenteur toujours inhérente à une transmission manuelle simple et de diviser le travail entre plusieurs opérateurs comme dans le système Baudot ou encore dans celui de M. Rowland, récemment décrit (1). Dans ce cas, bien que la vitesse propre de chaque opérateur soit encore

(1) Voir l'*Electricien*, 1901, 1er semestre, p. 133.

faible, le rendement total de la ligne est beaucoup plus grand que si un seul opérateur transmettait à grande vitesse.

En résumé, ce que l'on doit rechercher en télégraphie, c'est la simplicité du Morse combinée avec la rapidité de la transmission automatique et la suppression des délais entre l'envoi au transmetteur et la transcription définitive au récepteur. M. William Vansize, dans un travail qu'il a présenté au Congrès de l'Institut Américain des ingénieurs électriciens et qui vient d'être publié dans le bulletin de cette société, signale à ce sujet deux dispositifs qui lui paraissent résoudre en partie la question posée. Celui de M. Charles Buckingham qui a été récemment essayé sur le réseau de la Western Union C° entre New-York et Chicago et dans lequel la transcription peut s'effectuer à raison de 100 mots à la minute et surtout celui remarquablement ingénieux d'un simple journaliste australien, M. Donald Murray, qui, comme son ancêtre Samuel Morse, n'avait fait pour ainsi dire, aucune étude préalable spéciale.

Or jusqu'ici, il faut bien l'avouer, rien encore n'avait surpassé le principe du Morse en simplicité et aussi en facilité de manipulation. On a bien essayé de réaliser une économie de temps sur la ligne avec le système Wheatstone, par exemple, ou avec les différents procédés multiples; mais ces appareils à grande vitesse exigent toujours une préparation pour les transmissions et une transcription au poste récepteur, et l'on peut se demander si le résultat final est meilleur que pour le Morse.

Examinant les besoins actuels et la marche des progrès télégraphiques, M. Vansize compare la rivalité de vitesse qui existe entre le travail des deux postes de départ et d'arrivée avec le fameux combat jamais terminé du projectile et de la cuirasse. Si, dans ce dernier cas, le projectile répond à un nouveau renforcement de la cuirasse par une force de pénétration plus grande, de même si l'on transmet mécaniquement à grande vitesse, on se trouve obligé de recevoir avec une vitesse égale pour ne pas annihiler les avantages de cette transmission; or, il n'est plus possible de transcrire manuellement et de recevoir au son, comme on le faisait jadis pour économiser du temps; la vitesse de transmission est trop rapide et il devient alors nécessaire d'obtenir l'automatisme aux deux extrémités de la ligne. Donc, supprimer entièrement l'intervention de l'homme dont les sens et les organes sont des plus limités et les remplacer par des mécanismes, c'est ce que M. Murray a voulu réaliser dans son télégraphe imprimeur.

M. Murray emploie un alphabet spécial et perfore la bande de transmission à l'aide d'un clavier comportant un levier mobile pour chaque caractère; ceux-ci occupent sur la bande un espace linéaire invariable qui comprend à son tour cinq subdivisions. La différence dans le nombre et la succession de ces subdivisions intactes ou perforées correspond aux différents caractères; le principe fondamental du procédé est donc celui-ci : *toutes les lettres de même longueur*. Ce principe est en quelque sorte le trait distinctif du procédé. Chaque lettre occupe un demi-pouce (0,012 m) sur la bande de transmission et le même espace sur la bande de réception. Il en résulte que l'on peut se servir, au transmetteur, d'un perforateur relativement simple et rapide, actionné par le clavier ordinaire d'une machine à écrire; il n'est pas nécessaire d'employer un mécanisme compliqué à système différentiel pour faire avancer le papier et assurer à chaque lettre une longueur différente. En relation avec le clavier se trouvent disposés un groupe de dix poinçons, un électro de poinçonnage et un électro d'espacement commandant l'échappement d'un moteur. Si nous examinons le poste de réception, nous voyons qu'il s'y trouve un perforateur électromagnétique qui reproduit exactement les trous et les espaces de la bande de transmission. Le mécanisme de transcription ou imprimeur (fig. 1) comprend principalement une sorte de peigne (39) dont les cinq tiges (40) peuvent être animées d'un mouvement longitudinal de va-et-vient en face d'une plaque ou matrice (38) elle-même mobile et munie de cinq trous correspondant aux pointes de ces tiges. La bande perforée passe entre la surface de la matrice et l'extrémité des lames du peigne; elle avance à chaque mouvement de l'espace d'une lettre, c'est-à-dire de 0,012 m. Lorsque les perforations de la bande coïncident avec celles de la plaque ou matrice, cette plaque se meut d'arrière en avant et repousse les tiges du peigne qui sont en face des subdivisions non perforées, tandis que les autres passent au travers des trous et vont se loger dans les rainures correspondantes de la plaque. Ces tiges sont munies sur leur longueur d'entailles ou encoches et supportent une série de lames métalliques (41) articulée avec les leviers (43) des touches de la machine à écrire réceptrice (44). Il s'ensuit que par suite des différentes positions que prennent les tiges du peigne (40), par rapport aux perforations de la bande de papier, les lames (41) tombent dans les encoches et font agir tel ou tel levier et par suite telle ou telle lettre de la machine imprimante. Le mouvement de la matrice, de la bande de papier et des leviers est provoqué par les cames d'un moteur électromagnétique. Voici l'aperçu général du système Murray, étudions-en maintenant les organes et le fonctionnement.

Sur le diagramme général des connexions (fig. 1), on peut se rendre compte des divers détails des deux postes, transmetteur et récepteur, reliés par la ligne (9).

A la station transmettrice, la lame vibrante (1), placée dans un circuit local avec le moteur électromagnétique (2), constitue un interrupteur; elle ouvre et ferme alternativement son propre circuit.

Les aiguilles 4 et 5, organes ordinaires du transmetteur Wheatstone, sont disposées comme d'habitude, au-dessous de la bande de transmission ; des tringles (6) et (7), à mouvement de va-et-vient, sont soumises respectivement à l'action des extrémités opposées d'un levier de commutation oscillant (8). Tous ces dispositifs, on le voit, sont à peu près identiques à ceux du transmetteur ordinaire Wheatstone, excepté que les aiguilles (4) et (5) sont disposées pour se mouvoir ensemble au lieu d'être alternatives. Le transmetteur Wheatstone permet seulement de transmettre des signaux simples ou de nombre impair, comme, par exemple, un point ou un trait égal à trois ou cinq points, mais ne peut pas transmettre un trait égal à deux ou à quatre points. M. Murray évite cet inconvénient par la disposition de ses aiguilles et peut ainsi transmettre des traits égaux à un, deux, trois, quatre ou cinq points avec les intervalles correspondants.

Le nombre des émissions passant dans la ligne est réduit au minimum par la production d'émissions locales à la station réceptrice et en employant seulement des émissions suffisantes sur la ligne pour déterminer l'action du perforateur. C'est pourquoi, à la station réceptrice, il y a un relai qui commande un électro de perforation et un relai de réglage qui maintient l'unisson entre les émissions de la ligne à mesure qu'elles arrivent et les émissions correspondantes du circuit local. Dans le but de créer ces émissions locales uniformes, une lame vibrante (11) est commandée par l'électro (10). Le circuit de cet électro qui part de la batterie locale (18), aboutit à la lame (11), au point de contact (14), va, par le fil 24, à l'électro (10), de là, par le fil 25, à l'armature (26) du relai de réglage, puis par l'intermédiaire des goupilles 27 ou 28 et du fil 29, il revient à la batterie.

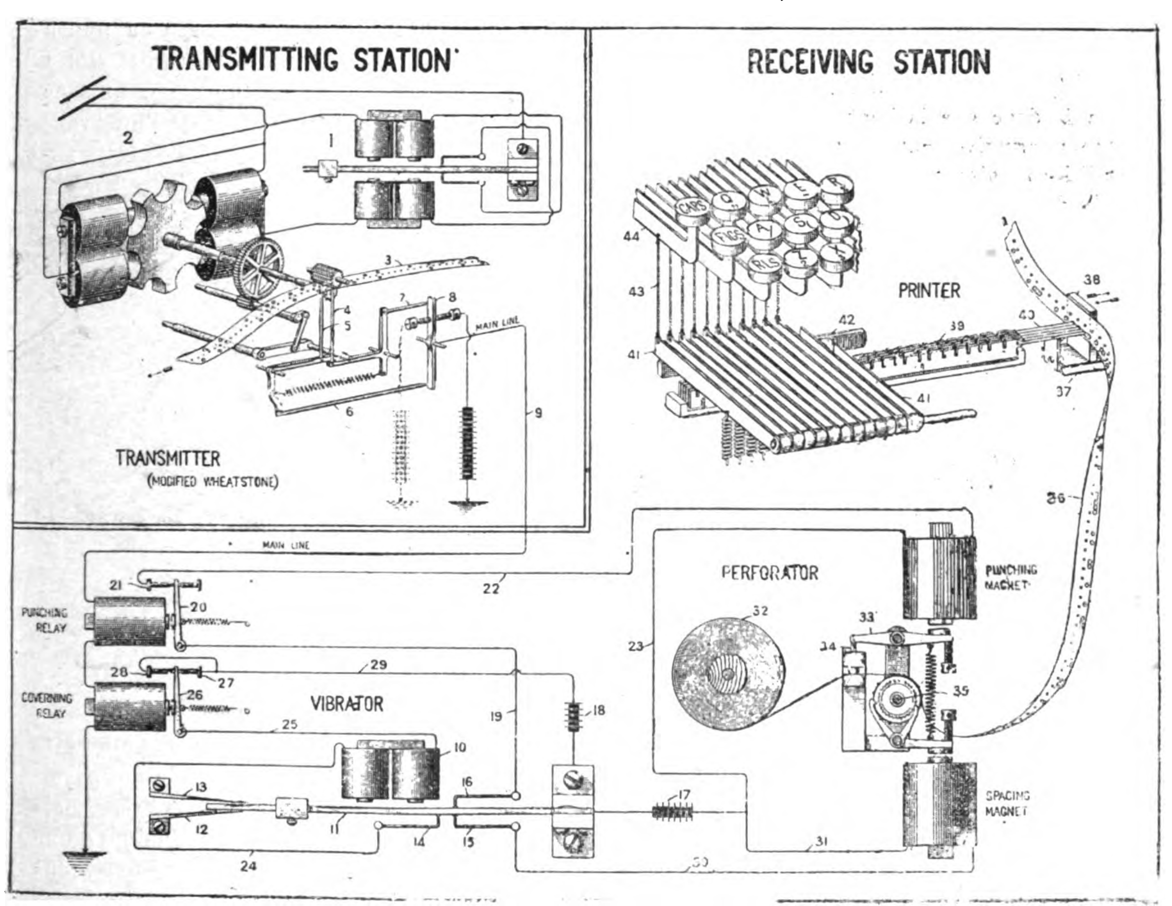


Fig. 1. — Télégraphe imprimeur Murray.

Le fonctionnement de ce relai est le suivant :

Le perforateur récepteur est composé d'un électro de poinçonnage et d'un électro d'espacement; le premier commande une armature oscillante (33) à ressort antagoniste portant à son autre extrémité un poinçon (34) allant et venant à travers un block de guidage et qui vient frapper la bande ou ruban (32) à son passage sur la surface d'une matrice. Le ruban est alors entraîné par une roue dentée disposée sur l'arbre d'un moteur à échappement, dont l'ancre est solidaire des mouvements de l'armature d'un électro d'espacement. La lame (11) ouvre et ferme alternativement le circuit de cet électro qui passe de la batterie (17)

à la lame (11), au ressort de contact (15), puis, par le fil (30), traverse l'électro et revient à la pile par le fil (31). L'électro de poinçonnage est dans un circuit local avec un point d'interruption commandé par la lame vibrante (11) et dépendant du relai correspondant de poinçonnage, de telle sorte que la lame engendre continuellement des émissions locales; ces émissions, à leur tour, provoquent le fonctionnement de l'électro de poinçonnage, mais seulement chaque fois que ce relai de poinçonnage est fermé. Ce second circuit local qui part de la batterie (17) va de la lame (11) au contact (16) puis, par le fil (19), à l'armature (20), au contact (21), et revient, par le fil (22), à l'électro de poinçonnage et enfin à la batterie par le fil (23). On voit donc que la lame vibrante 11 ferme et ouvre alternativement deux circuits; le premier sur l'électro d'espacement qui fonctionne continuellement, et le second sur l'électro de poinçonnage qui fonctionne d'une manière intermittente correspondant à celle du relai. Sous l'action d'une émission de courant provenant du poste transmetteur, les contacts (20) et (21) du relai de poinçonnage sont fermés pendant un temps égal à 1, 2, 3, 4 ou 5 fois l'intervalle de temps représentant la longueur d'un point, et pendant que ce relai est fermé, le poinçon (34) perfore le ruban autant de fois successivement que le permet la durée de cette émission. M. Murray a ainsi évité l'obligation de transmettre sur la ligne toutes les émissions nécessaires à la production des intervalles et une partie de celles qui doivent provoquer les perforations. Ceci est de grande importance pour assurer le synchronisme entre les émissions du poste transmetteur et celles du circuit local pour les intervalles et les perforations au poste récepteur.

Georges Dary.

(*A suivre.*)

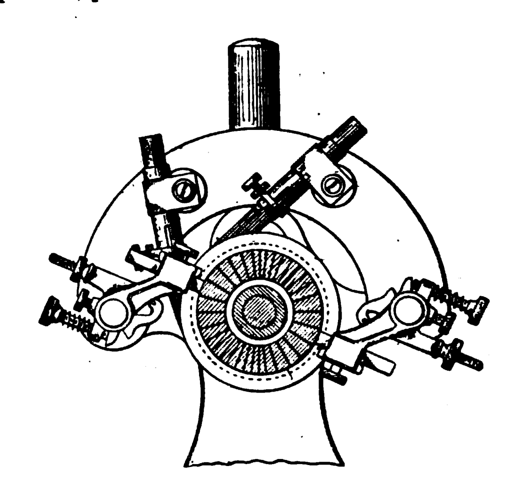
DISPOSITIF DE THOMSON

POUR ÉVITER LES ÉTINCELLES DANS LES COMMUTATRICES

Le professeur Elihu Thomson a fait breveter une forme particulière de collecteur destinée à éviter les étincelles dans les commutatrices. D'après lui, les étincelles auraient pour cause principale la variation de la réaction d'induit pendant un tour et, par suite, la variation du champ sous les pièces polaires.

Supposons, par exemple, que la machine soit alimentée par du courant continu et débite du courant alternatif; lorsque l'onde alternative est maximum, le calage des balais sera celui d'une génératrice, tandis que lorsque le courant alternatif est zéro, le calage devient celui d'un moteur. La marche sans étincelles exigerait donc que les balais subissent un déplacement à chaque alternance.

Le professeur Thomson est arrivé au même résultat, en laissant fixes les balais, au moyen du dispositif que représente la figure ci-dessous. Le collecteur, au lieu d'être, comme habituellement, divisé en segments égaux, est formé de segments inégalement espacés, cet espacement étant déterminé de telle façon que, pendant l'intervalle d'un tour, les balais commutent d'abord une section placée au milieu de l'intervalle polaire, puis une section située en avant de cette position moyenne, puis de nouveau une section au milieu de l'intervalle polaire, puis uue section en arrière de cette po-



sition, pour revenir enfin à la section moyenne. Tout se passe, en un mot, comme si le diamètre de commutation subissait une oscillation périodique. En réalité, les balais restent fixes, mais le collecteur est, en quelque sorte, animé d'une vitesse variable. Ce dispositif trouve plus particulièrement son utilité dans les commutatrices à courant alternatif simple.

F. Drouin.

LA LAMPE ÉLECTRIQUE AUER

M. Auer von Welbasch partant de ce principe que plus la température d'une source lumineuse est élevée, plus économique doit être la lumière qu'elle produit, a recherché des corps susceptibles de résister à des températures plus hautes autres que le carbone qui est aujourd'hui seul employé dans les lampes à incandescence

usuelles. Ses recherches l'amenèrent à étudier l'osmium qui, comme on sait, est le plus infusible des métaux contenus dans la mine de platine.

Ce métal a jusqu'ici été assez peu étudié et n'était guère connu jusqu'à ces derniers temps que sous forme cristalline; M. Auer a donc dû imaginer un procédé pratique de fabrication qu'il indique vaguement dans son brevet.

Ce brevet comporte l'emploi pour la fabrication des filaments : de l'osmium pur, de l'osmium allié aux métaux de la mine de platine, d'osmium recouvert de thorine et enfin d'un noyau d'alliage d'osmium recouvert de thorine.

Le procédé de fabrication comporte le dépôt d'une couche d'osmium métallique par réduction du tétroxyde d'osmium, par exemple, dans des gaz réducteurs sur un fil mince de platine qu'on volatilise ensuite par élévation de la température.

D'autres procédés sont indiqués dans le brevet comme, par exemple, l'emploi d'agglutinants pour déposer l'osmium sur le fil support, mais ils nous semblent moins facilement praticables.

C'est sur ces filaments d'osmium qu'on vient faire un dépôt de thorine ou de quelques autres oxydes réfractaires par un procédé qui n'est pas clairement indiqué.

L'osmium est, comme on sait, un métal très facilement oxydable et dont l'oxyde est volatil; il faut, par suite, prendre des précautions toutes particulières pour éviter les traces d'oxygène dans l'ampoule où sera monté un tel filament et il faut même supprimer tous les corps susceptibles de donner naissance à de l'oxygène par décomposition à haute température. Aussi M. Auer mentionne dans son brevet l'emploi de gaz réducteurs ou inertes pour chasser l'air et la vapeur d'eau des ampoules avant l'opération du vide et revendique l'emploi des ampoules en verre à la potasse; pour obtenir le vide, il emploie des pompes ne contenant pas des garnitures étanches faites à l'aide de graisse ou d'huile qui pourraient aussi donner naissance par décomposition à de l'oxygène.

Des expériences ont, paraît-il, été faites publiquement et elles ont donné, d'après M. Scholtz, des résultats tout à fait satisfaisants.

Un lampe à filament d'osmium qui consommait au début 1,45 watt par bougie a atteint une consommation de 1,7 et au bout de 1500 heures d'éclairage. La durée moyenne de ces lampes serait au moins de 700 heures.

Si ces résultats sont confirmés et surtout s'ils sont obtenus d'une façon courante, cette lampe présenterait certainement un grand intérêt.

Nous craignons toutefois que sa fabrication ne soit encore plus délicate que celle de la lampe à filament de carbone qui demande déjà des soins si minutieux, quand on veut l'obtenir de bonne qualité, réduire au minimum les déchets de fabrication et avoir des produits dont le voltage et la consommation en watts par bougie soient bien réguliers. En particulier, l'opération du vide devra être conduite d'une façon toute spéciale et sera plus complexe que pour les lampes à filament de carbone; d'autre part la production du filament semble, à *priori*, assez pénible.

Toutes ces critiques n'ont qu'une valeur secondaire si les qualités de la lampe que nous énumérons plus haut sont réalisées industriellement et surtout si cette lampe peut se substituer purement et simplement à celle à filament de carbone.

Malheureusement le filament qu'emploie M. Auer est constitué par un métal dont la conductibilité est comparable à celle du platine; de telle sorte que ces lampes n'ont pu, paraît-il, être établies jusqu'ici au-dessus de 27 volts. On comprend qu'il est assez difficile de réaliser, par ce procédé de dépôt, des filaments métalliques tubulaires de section assez faible pour avoir une résistance comparable à celles des lampes actuelles à 110 volts; d'ailleurs comme la température de ces filaments et probablement leur pouvoir émissif sont notablement plus élevés, il faudrait que cette section fût encore plus réduite que ne le comporte la différence des conductibilités; on serait donc conduit à employer des filaments d'une finesse telle qu'ils ne pourraient se soutenir dans l'ampoule et comme la résistance mécanique de ces filaments est bien inférieure, paraît-il, à celle des filaments de carbone, ils ne pourraient probablement pas être réalisés.

Cette particularité fâcheuse de ce nouveau filament restreindra certainement l'emploi de ces nouvelles lampes; si grandes qu'en soient les qualités, il est douteux qu'on veuille dans la majorité des cas s'astreindre au montage en série.

Il paraît que la remise en état des lampes dont le filament est usé peut être faite facilement sans renouvellement ni de l'ampoule ni du filament, à condition toutefois que ce dernier ne soit pas rompu.

Il est à souhaiter que des essais plus précis

soient publiés sur les qualités de cette lampe qui, nous l'espérons, apparaîtra bientôt sur le marché.

A. BAINVILLE.

Nous relevons dans l'*Electrical World* certaines observations intéressantes à propos de la lampe à filament d'osmium qui viennent confirmer nos prévisions relativement à l'avenir probable de cette nouvelle lampe.

Après avoir fait remarquer, comme nous le disions que la haute conductibilité de l'osmium et sa tendance à cristalliser facilement, rendaient assez difficile son emploi pratique, on fait observer que l'obstacle le plus sérieux est la rareté de ce corps qui n'a été trouvé jusqu'ici que dans la mine de platine en quantités variant de 0,25 à 8 0/0. Il est certain que l'emploi d'un corps aussi peu répandu dans la nature ne serait pas sans présenter de très grosses difficultés en industrie et que son prix, très élevé déjà, aurait chance d'augmenter rapidement dès que la demande en deviendrait quelque peu importante.

L'auteur conseille de chercher de préférence aux corps susceptibles de résister à de très hautes températures, des substances capables de ne fournir que des rayons efficaces, c'est-à-dire ayant un spectre discontinu comprenant seulement les rayons visibles.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Siemens et Halske Aktiengesellschaft Elektrische Central-Anlagen (*Société Siemens et Halske. Stations centrales électriques*). Un album in-4° de 354 pages avec nombreuses photogravures. Prix cartonné : 10 marks (Berlin, librairie Julius Springer).

Ce magnifique ouvrage contient la description et la nomenclature des 163 stations centrales installées, à la date du 1er janvier 1900, dans les divers pays par les soins de cette puissante Société.

Les 86 stations centrales qu'elle avait créé avant 1896 (époque à laquelle leur description avait fait l'objet d'un ouvrage analogue) ne sont qu'indiquées. Quant aux 73 autres, installées de 1896 à 1900, elles sont décrites sommairement dans ce volume.

Une description très détaillée des plus importantes de ces stations complète ce travail. Nous citerons notamment les stations de Rotterdam, Mexico, Johannesburg (Transvaal), Vienne, Copenhague, etc.

De nombreuses et intéressantes photogravures sont intercalées dans le texte montrant les dispositions intérieures de la plupart des usines, ainsi que le montage des lignes. Des schémas permettent de se rendre facilement compte des divers montages et des modes de distribution employés.

Parmi les 163 stations en fonctionnement (il y en a en outre 30 en cours d'installation), 19 ont une puissance comprise entre 1000 et 2000 chevaux, 11 entre 2 et 3000, 7 entre 3 et 4000, 2 de 4 à 5000. En outre, 4 ont une puissance supérieure à 5000 chevaux.

Le tableau suivant indique le genre de distribution employé dans les diverses stations.

	Nombre de stations installées		
	avant 1896	depuis 1896	Total.
Courant continu, 2 fils (110 à 240 v)	2	10	12
— à 2 fils (2×110 à 2×240 v.)	45	41	86
— à 5 fils (4×110)	6	1	7
Courant alternatif, simple, au-dessous de 3 000 v.	9	»	9
— — au-dessus de 3 000 v.	»	2	2
— triphasé, au-dessous de 3 000 v.	9	18	27
— — au-dessus de 3 000 v.	10	3	13
Continu et alternatif simple	2	1	3
Continu et triphasé	2	1	3
Triphasé avec transformation en continu	1	»	1
Totaux	86	77	163

Les lignes primaires de stations de Biella (Italie), Busselano (Italie), Eichdorf-Grunberg (Silésie), Guatemala (Amérique centrale), Johannesburg (Transvaal), Toluco (Mexique), ont une tension de 10 000 volts entre phases.

CHRONIQUE

Académie des sciences de Paris.

Séance du 25 mars 1901. — M. Berthelot communique une note *sur les relations électrochimiques des états allotropiques des métaux et de l'argent en particulier* (1).

M. d'Arsonval présente une note de M. Bordier *sur la théorie de la machine de Wimshurst sans secteurs* (2).

M. A. Cornu présente une note de M. C. Tissot *sur la mesure de la période des ondes utilisées dans la télégraphie sans fil.* L'auteur s'est proposé de mesurer assez approximativement la valeur des longueurs d'onde généralement utilisées dans la télégraphie sans fil. La mesure de cette période présente un certain intérêt au point de vue pratique, car c'est en la faisant varier méthodiquement que l'on peut espérer réaliser la résonance du transmetteur et du récepteur. M. Tissot s'est borné à faire varier la période de manière à obtenir, selon les cas, soit une communication à grande distance, soit une communication à distance modérée avec interposition d'obstacles en utilisant et exagérant au besoin les phénomènes de diffraction. La connaissance exacte de la période qui se trouve réalisée dans les conditions de fonctionnement normal d'un poste de télégraphie sans fil, connaissance que le calcul ne peut fournir que d'une manière bien incertaine, doit permettre de faire l'étude des différents facteurs qui influent sur la transmission, longueur et diamètre des antennes, capacité, longueur de l'étincelle, potentiel explosif, etc., en opérant à coup sûr à période égale. M. Tissot a mesuré la période de l'oscillateur par le procédé de Feddersen, perfectionné par M. Décombe, procédé qui consiste à recevoir l'image de l'étincelle sur un miroir concave animé d'un mouvement rapide de rotation et à la renvoyer sur une plaque photographique où elle se trouve dissociée et fixée. Plusieurs modifications, décrites dans la note, ont été apportées au dispositif de M. Décombe; malgré cela, les épreuves obtenues ne se prêtent pas aux mesures et indiquent à peine le caractère oscillatoire de la décharge. Mais leur caractère se modifie complètement si l'on interpose, devant le miroir tournant et sur le trajet du faisceau incident, une lentille cylindrique de grande distance focale qui étale légèrement les images absolument rectilignes de l'étincelle. Les épreuves présentent alors une série de franges équidistantes, d'intensités décroissantes, extrêmement nettes, et dont il est possible de mesurer la largeur. L'auteur termine sa note en consignant les résultats généraux obtenus en donnant à la capacité du système oscillateur-antenne une valeur bien déterminée par addition de capacités auxiliaires à la partie inférieure de l'antenne. Ces capacités ont été choisies de manière à ne pas altérer le régime des transmissions, tout en permettant d'obtenir un système toujours comparable. Dans ces conditions, la période est parfaitement déterminée. Les franges obtenues sur les épreuves sont nettes et rigoureusement équidistantes. La période est donc unique et demeure invariable pour une longueur donnée de l'antenne et une même longueur d'étincelle. Cette période varie, non seulement avec la longueur de l'antenne, ce qui est évident, mais aussi avec la longueur de l'étincelle. Les périodes mesurées par M. Tissot sont comprises (pour première approximation) entre $0{,}6 . 10^{-6}$ seconde et $1{,}8 . 10^{-6}$ seconde. L'amortissement se traduit sur les épreuves par la décroissance de l'intensité et de la longueur des images. Cet amortissement est toujours très marqué, parfois assez considérable pour que l'on ne distingue nettement que trois ou quatre images au plus (3).

M. Lippmann présente une note de M. Brauer *sur le Télautographe Ritchie* (4) et une note de M. A. Nodon intitulée : *Production directe des rayons X dans l'air* dans laquelle l'auteur décrit les recherches et les dispositifs employés pour ses expériences qui l'ont amené à démontrer par l'expérience que les rayons X peuvent être produits *directement dans l'air* et en dehors du vide de Crookes, les rayons X prenant naissance sous l'influence simultanée des radiations ultra-violettes et d'un champ électrique (5).

M. Lippmann présente également une note de M. L. Benoist ayant pour titre : *Méthode de détermination des poids atomiques fondée sur les lois de transparence de la matière pour les rayons X; poids atomique de l'indium* (6).

M. d'Arsonval présente une note de M. Aug. Charpentier *sur la conduction nerveuse et la conduction musculaire des excitations électriques* (7).

M. Prillieux présente une note de MM. L. Ravaz et A. Bonnet *sur les effets de la foudre et la gélivure* dans laquelle les auteurs, à la suite de l'étude comparée des rameaux de vigne foudroyés naturellement et artificiellement et des rameaux dits atteints de gélivure, arrivent à cette conclusion : 1° que les altérations qu'ils portent sont identiques; 2° qu'elles sont dues uniquement à la foudre; 3° que la gélivure doit être rayée de la liste des maladies microbiennes de la vigne (8).

Séance du 1er avril 1901. — M. Gouy communique une note *sur les propriétés électrocapillaires de quelques composés organiques en solution aqueuses* (9).

Séance du 9 avril 1901. — Pas de communication relative à l'électricité.

Institut national génevois

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MATHÉMATIQUES

Séance du 12 février 1901.

M. Thomas Tommasina fait une lecture : *Sur les théories modernes de la physique.* Le but du conférencier est de donner un aperçu des principes sur

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 732.
(2) Cette note sera reproduite dans un prochain numéro de l'*Electricien.*
(3) *Comptes rendus* t. CXXXII, p. 763.
(4) La description de cet appareil a été donnée dans l'*Electricien*, n° 226, 26 Janvier 1901, page 61.
(5) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 770.
(6) *Ibid.*, p. 772.
(7) *Ibid.*, p. 794.
(8) *Ibid.*, p. 805.
(9) *Ibid.*, p. 822.

lesquels s'appuient ces théories, et de démontrer la nécessité d'une collaboration de tous les physiciens pour constituer une théorie unique qui puisse guider d'une manière sûre la marche de la science.

Après avoir tracé les caractères qu'une théorie doit avoir dans l'état actuel de la physique, M. Tommasina lit quelques fragments de l'Introduction du récent volume de M. H. Poincaré : *Électricité et optique*, qui l'a guidé dans son travail. De même quelques points très importants du discours de M. A. Cornu de 1899 dans la *Senate House*, de l'Université de Cambridge, où ce savant démontre l'importance des travaux de Descartes et comment ses conceptions géniales reviennent en honneur aujourd'hui après avoir été tantôt admirées, tantôt bafouées; et plus loin le passage où M. Cornu fait observer que la pensée de Newton a été singulièrement altérée par une sorte de légende répandue dans les traités élémentaires exposant la théorie de l'émission. Newton, loin d'être l'adversaire du système de Descartes, est au contraire très favorable aux principes de ce système, comme il résulte de son livre des *Questions*. Et c'est précisément la méthode que le grand génie de Descartes nous a léguée, que l'on doit adopter, selon M. Tommasina, pour établir sur des bases inébranlables une théorie générale à laquelle les différentes théories spéciales ou individuelles apporteraient des contributions précieuses, et qui pourrait être continuellement perfectionnée.

M. Tommasina commence par établir les axiomes physiques suivants :

1° Tout phénomène a lieu dans l'espace et dans le temps.

2° Tout phénomène ne peut être produit que par de la matière en mouvement.

3° Aucune action ne peut se transmettre entre deux corps sans un intermédiaire matériel.

4° L'espace illimité doit être rempli partout de matière en mouvement.

5° Le mouvement sans matière est inconcevable.

Ensuite M. Tommasina passe au développement de ses hypothèses fondamentales, qui sont les suivantes :

1° L'éther existe, il est matériel, isotrope, symétrique, homogène et d'une élasticité parfaite, il est illimité et remplit tout l'espace.

2° L'éther agit sur les molécules de tous les corps, avec lesquelles il est toujours en contact, par les mouvements vibratoires de ses cellules et par la pression qui existe entre elles, celle-ci étant la condition nécessaire et suffisante pour la transmission de l'énergie.

3° La gravitation universelle et tous les phénomènes physico-chimiques sont dus à ces deux actions de l'éther, c'est-à-dire à l'énergie radiante et à la pression éthérique.

4° Les phénomènes apparents d'attraction et de répulsion sont toujours dus à des poussées ou entraînements dans un sens ou dans le sens contraire, la transmission de l'énergie se faisant par communication de mouvements entre l'éther et les molécules pondérables et réciproquement.

M. Tommasina énonce plusieurs corollaires à l'appui ou comme conséquences de ces hypothèses fondamentales et il conclut que cette théorie, qu'il appelle éthéro-dynamique, admet implicitement que l'éther est le réservoir de l'énergie mécanique de l'univers. A ce sujet, il cite ce passage d'un article de M. A. Cornu paru dans les *Notices* de l'*Annuaire* de 1896 : *les Forces à distance et les ondulations*. M. A. Cornu dit : « Un milieu peut-il être un réservoir d'énergie mécanique? Tout est là. Mais la réponse à cette question est hors de doute; un ressort tendu, un gaz comprimé, un corps chaud, sont des magasins d'énergie. Maxwell admet qu'il en est de même du milieu hypothétique, véhicule de la lumière et de l'induction électrique. Il suppose qu'il y a, dans chaque élément de volume d'éther libre, de l'énergie localisée, comme il en existe dans chaque élément de volume d'un corps comprimé ou échauffé; par quel mécanisme? C'est le secret de la constitution moléculaire, secret que nous n'avons pu encore percer. » M. Tommasina ajoute que sa théorie est aussi d'accord avec la conception Kelvinienne relative à la nature et à la densité probables de l'éther. Pour faire voir que sa théorie pourrait servir, dans une certaine mesure, de liaison entre les principales théories modernes de la physique, il les examine l'une après l'autre.

Ce qui a été fait dans les sciences biologiques par Lamarck et Darwin, dit M. Tommasina, l'a été par Helmholtz et Maxwell dans la physique. Ces deux géants de la pensée, ces deux savants à l'imagination riche, aux vues larges et profondes, joignaient une connaissance mathématique hors ligne à leur savoir comme physiciens. Leurs théories ont constitué le canevas sur lequel ont été brodées celles qui dominent aujourd'hui le champ des sciences physico-chimiques.

Après avoir dit quelques mots sur les récentes expériences de M. Crémieu. M. Tommasina donne un aperçu de la théorie de M. Rowland et des expériences de ce savant qui seraient infirmées par celles de M. Crémieu, sans insister néanmoins sur des travaux qui demandent de nouvelles confirmations expérimentales, vu leur très grande importance théorique. Ensuite il donne les hypothèses fondamentales et quelques-unes des conséquences que l'on peut tirer de la théorie de M. Potier. Puis il passe à celle de Hertz, dont il souligne les points où celle-ci marque un chemin différent de celui de Maxwell. M. Tommasina insiste spécialement sur ce que, selon Hertz, l'électricité et le magnétisme ne sont pas des fluides matériels, mais des énergies, c'est-à-dire des mouvements. Dans les considérations qu'il fait sur la théorie de M. Lorentz, il dit que la première hypothèse fondamentale de celle-ci : « Il n'y a pas de magnétisme », rentre parfaitement dans celle de Hertz, laquelle, n'admettant que des énergies, admet implicitement l'unité.

M. Tommasina termine avec la théorie de Larmor sur laquelle il s'arrête un peu plus longtemps, cette théorie ayant été présentée à la Société royale de Londres sous le titre de : *A dynamical theory of the electric and luminiferous medium*. Il trouve que certaines conceptions sont plutôt hasardées, et que cette théorie très intéressante a peut-être le tort de vouloir trop spécifier dans le détail le mécanisme moléculaire éthérique.

Tant que nous usons de notre droit de refuser tout ce qui est inconcevable, c'est très bien; mais il est au contraire dangereux de donner trop de bride à l'imagination pour créer sur des données

vagues des formes précises. Aussi M. Tommasina conclut avec la phrase expressive de M. H. Poincaré, que, pour le moment, il nous répugne de penser que l'éther soit si arrivé que cela.

-oo-

Les courants polyphasés en Russie.

Dans une intéressante étude publiée par notre confrère de New-York, l'*Electricity*, M. Franck Perkins décrit très en détail les principales stations génératrices de Russie et nous fait remarquer les progrès qu'y ont accomplis les machines à courants polyphasés, grâce à l'initiative de MM. Brown Boveri et Cie.

La station de Saint-Pétersbourg, qui possède un matériel d'une puissance de 7540 chx, renferme treize groupes électrogènes de 200 à 500 chx comprenant des moteurs verticaux actionnant directement des alternateurs triphasés du type Brown Boveri; les excitatrices, à courant continu, sont bipolaires et montées sur l'arbre de chaque alternateur dans l'allée centrale de la salle des machines.

Les tramways électriques de Kew ont également du matériel à courants triphasés de 900 chx en plus d'un groupe à courant continu de même puissance.

La station génératrice de la Compagnie des chemins de fer Riazan-Oural comprend aussi deux alternateurs triphasés de 360 chx chacun dont le courant est employé pour actionner divers moteurs montés sur des machines-outils.

A Moscou, la station centrale est uniquement pourvue de générateurs à courants triphasés d'une puissance totale de 200 chx environ.

Enfin, celle de Noworoski a imité ces exemples avec succès et son matériel de 1000 chx comprend quatre groupes Brown Boveri de 250 chx chacun.

Et l'on ne mentionne là que les principales stations quasi-officielles des grandes villes de Russie, car la liste de M. Perkins est plus longue et comprend maintes usines qui possèdent des stations génératrices particulières et qui demandent toutes aux courants polyphasés la force motrice ou l'éclairage dont elles ont besoin. — D.

-oo-

L'étude du magnétisme terrestre aux États-Unis.

Le bureau central météorologique des Etats-Unis s'occupe d'organiser toute une section spéciale chargée de relever et de déterminer les éléments du magnétisme terrestre dans toutes les régions circonvoisines y compris l'Alaska, les iles Hawai et Porto-Rico. Déjà cinq cents stations sont en fonctionnement et, disséminées dans toute l'étendue de cette immense zone d'exploration scientifique, elles ont déterminé la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité magnétique du lieu. — D.

-oo-

Remorquage électrique en Russie.

Les journaux russes annoncent que le Ministère des communications de Saint-Pétersbourg a l'intention d'utiliser les rapides du Volkhov pour faire remorquer électriquement les bateaux qui parcourent les canaux du Ladoga. Sur ces canaux, qui donnent la communication entre le vaste bassin de la Volga et de Saint-Pétersbourg, le service de remorquage s'est fait jusqu'ici au moyen de chevaux. La substitution du remorquage électrique ne réduira pas seulement, dans une mesure importante, les frais de transport: elle diminuera en outre la durée du trajet. Si le projet aboutit, la puissance hydraulique des rapides du Volkhov que l'on évalue à environ 30 000 chx, pourra, en outre, trouver son emploi pour d'autres industries. Le mouvement des marchandises sur les canaux du Ladoga s'élève à 300 millions de pouds, dont 750 millions sont transportés par des bateaux et le reste par des radeaux. En 1898, 23 313 bateaux ont circulé dans la direction de Saint-Pétersbourg, et 15 133 (dont 11 594 vides), dans la direction opposée. La moyenne des frais de transport s'est élevée par 1000 pouds et par verste : en 1897 à 2,98 kopeks et en 1898 à 3,39 kopeks dans la première direction et à 7,81 et 12,55 kopeks respectivement dans la seconde. Quant aux bateaux vides, le prix moyen a été : en 1897 de 23,05 et en 1898 de 14,1 kopeks par verste. Pour l'obtention de la puissance électrique nécessaire, on installera dans le voisinage du troisième rapide, près du bourg d'Archangelskoïé, une station desservie par quatre turbines, chacune de 210 chx. Ces dernières seront directement reliées à des génératrices à courants triphasés dont chacune doit produire 580 kw sous 3900 volts. Les canaux intéressés sont partagés, par le Volkov, en deux sections : celle de l'Ouest comprend le trajet entre l'embouchure du Volkhov et Schlusselburg; l'autre, le trajet jusqu'à l'embouchure du Svir. Les stations de transformateurs seront du même type que celles du canal Bruxelles-Charleroi. Ces transformateurs fourniront directement aux moteurs des bateaux remorqueurs un courant sous 750 volts. On doit mettre en service un total de 140 bateaux remorqueurs, ce qui suffira pour satisfaire aux exigences les plus grandes du trafic. La vitesse de marche sera de 3,5 verstes à l'heure. D'après un devis provisoire, l'ensemble de l'installation entrainera une dépense de premier établissement de 3 millions de roubles dont 1,4 millions de roubles à affecter à l'achat des remorqueurs. Si l'on évalue à 9 0/0 des frais de premier établissement la somme nécessaire chaque année pour le paiement des intérêts, l'amortissement et le renouvellement du matériel, et si, en outre, on prévoit une dépense annuelle de 100 000 roubles pour la rétribution du personnel, on trouve que l'entreprise, pour être rémunératrice, exige une recette d'environ 400 000 roubles par an. Le remorquage des bateaux vides s'est payé : en 1898, 90 000 roubles et 1897, 110 000 roubles. En admettant que, avec la traction électrique, les recettes de ce chef baissent de moitié, on trouve que cette partie du service donnera un rendement d'à peu près 50 000 roubles. Il reste donc encore une somme de 350 000 roubles à obtenir du remorquage des bateaux chargés. On pourra, par suite, abaisser le droit de remorquage à 1/900 kopeks par poud et par verste, soit à 1,1 kopek par 1000 pouds et par verste — ce qui donnera une réduction des deux tiers sur le tarif le plus bas jusqu'ici pratiqué. En arrêtant les chiffres ci-dessus, on a supposé que,

sur la quantiié de 250 millions de pouds qui représentent le mouvement annuel moyen de marchandises, 150 millions de pouds parcourent toute la longueur des canaux intéressés et que le reste se répartit, en quantités égales, entre les sections Est et Ouest du réseau. — G.

-∞-

Un chemin de fer électrique au Monténégro.

Suivant la *Zeitschrift für Elektrotechnik* de Vienne, le gouvernement Monténégrin se propose de relier, au moyen d'un chemin de fer électrique, la région des mines de fer de Nisitch au port d'Antivari. La ligne, à voie étroite, partira de Spije, touchera Tsétinié et descendra, par la passe de Sutorman, à la côte, qu'elle longera jusqu'à Antivari. On évalue les frais de la construction à 6 250 000 francs, plus 1 250 000 francs pour les travaux d'aménagement du port. Le gouvernement avait d'abord songé à construire et exploiter aux frais de l'Etat; mais il s'est décidé, dans ces derniers temps, à confier les travaux à l'industrie privée. La concession aurait été déjà attribuée à l'entreprise dalmate de MM. Voukotitch et Deskovitch. — G.

-∞-

Phénomènes électriques qui se produisent dans la fabrication du papier.

A propos d'un brevet récemment pris à Vienne par MM. Rugers et Morday, l'*Electro-Techniker* de Vienne donne l'information suivante :

« Le frottement des rouleaux et cylindres employés dans la fabrication du papier produit, comme on le sait, une certaine quantité d'électricité dont la présence occasionne parfois de graves inconvénients. On a cherché à prévenir ces inconvénients en faisant communiquer les cylindres secs avec le sol ou encore en faisant écouler l'électricité produite par des pointes métalliques convenablement disposées; mais aucun de ces essais n'a donné le résultat voulu. MM. Rugers et Morday ont reconnu que cet insuccès était attribuable à ce que l'intérieur des masses de papier se trouve également chargé d'électricité et que cette dernière ne peut être éliminée avec les moyens jusqu'ici employés. Ils sont parvenus à disposer les points de décharge et à créer un système de dents métalliques de manière à retirer du papier, avant que celui-ci ait quitté les derniers cylindres de séchage, toute la quantité d'électricité produite au cours de la fabrication. » — G.

-∞-

Les avantages des distributions d'énergie électrique.

Nous croyons devoir mentionner une intéressante discussion qui a eu lieu au *Franklin Institute* sur les avantages de la distribution de l'énergie dans les ateliers par l'électricité. Inaugurée à peine depuis quelques années, la combinaison fructueuse de l'électricité et de la mécanique est en train de se substituer d'une façon complète dans toute l'étendue des États-Unis, aux modes de transmission d'un autre âge.

Au point de vue des dépenses, les bâtiments de l'usine pouvant être construits d'une façon plus légère, la distribution de l'énergie par l'électricité permet de réaliser des économies considérables. L'économie se poursuit encore dans la consommation même de cette énergie. Mais ce dernier gain est reperdu en partie par les frais d'établissement des moteurs, nécessairement beaucoup plus importants que ceux de l'acquisition des courroies, des poulies de transmission et des engrenages.

D'autre part, l'électricité peut revendiquer l'énorme avantage de permettre une utilisation bien meilleure des espaces disponibles; les machines-outils ne sont plus nécessairement alignées le long d'un arbre de transmission; on les dispose au contraire au mieux des commodités du travail, on les oriente de manière à se trouver en pleine lumière. Débarrassés des arbres de transmission et de leurs courroies, les ateliers présentent un tout autre aspect; la lumière pénètre librement partout; plus de poussières, plus de graisses tombant sur l'objet en travail, qui peut être fabriqué au sein de la plus grande propreté.

L'électricité permet encore de séparer les divers bâtiments, de les répartir, non plus suivant les exigences de la transmission, mais suivant celles de l'économie du travail, et de façon à se prêter ultérieurement aux plus larges agrandissements.

Notons en passant que l'arrêt de toute une série de machines résultant de la chute d'une courroie ne peut plus se présenter; cette perte de temps n'atteint qu'une ou deux machines-outils et non pas l'ensemble d'un atelier. L'ouvrier peut régler la vitesse de son outil avec la plus grande facilité, il est donc naturellement conduit à opérer ce réglage d'une façon continue, de manière à obtenir à la fois le meilleur rendement et la perfection du travail; c'est un soin qu'il est impossible de lui demander avec les organes de réglage grossiers et longs à manœuvrer des transmissions par courroies.

Divers ingénieurs, chefs d'industries importantes, et notamment M. Samuel M. Vauclain, ingénieur en chef des ateliers de construction de locomotives de Baldwin, sont venus confirmer l'authenticité de ces revendications; ce dernier a assuré que, s'il devait réinstaller ses ateliers avec les modes de transmission usuels, le prix de revient de leurs travaux serait augmenté de 20 à 25 p. 100 et les espaces couverts devraient être agrandis dans le rapport de $\frac{140}{100}$.

Nos industriels français ne sauraient donc prêter trop d'attention à l'importance d'une telle réforme.

(*Revue technique*.)

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

LA THEORIE
ET
L'EMPLOI DU WATTMÈTRE
POUR LA MESURE DE LA PUISSANCE DES COURANTS ALTERNATIFS

La récente communication de M. Mordey à l'*Institution of Electrical Engineers* et la discussion qui l'a suivie, montrent quelle différence d'opinion existe encore sur la mesure de la puissance des courants alternatifs, en particulier avec de faibles facteurs de puissance. L'opinion qui prévaut actuellement paraît être contre l'emploi des wattmètres; toutefois, certaines erreurs auxquelles donnent lieu ces instruments commencent à être connues, mais il semble qu'on n'ait pas encore montré d'une façon complète comment ces erreurs peuvent être corrigées ou éliminées.

Le wattmètre est, sans aucun doute, l'instrument de beaucoup le plus simple et le plus convenable pour la mesure de la puissance et l'auteur croit qu'on peut faire avec son aide des mesures beaucoup plus exactes que par toute autre méthode. Pour qu'il en soit ainsi, il faut toutefois que l'instrument soit convenablement étudié et qu'en l'employant on ait la notion des erreurs auxquelles il donne lieu. Comme c'est un point d'une grande importance pour les ingénieurs électriciens, nous pensons qu'il est bon de le traiter en remontant aux premiers principes. Sur la figure 1, V représente la courbe de la différence de potentiel sur un circuit à courant alternatif et C la courbe du courant correspondant (dans le cas d'un décalage). La puissance à un instant quelconque est le produit de la différence de potentiel par le courant à cet instant, et la valeur moyenne de ce produit pendant la période représente la puissance fournie au circuit.

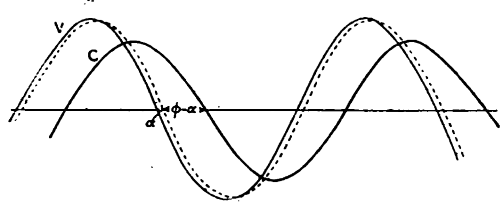


Fig. 1.

Le wattmètre est, comme on le sait, formé de deux bobines, ordinairement à angle droit, l'une étant fixe et recevant le courant principal, l'autre étant mobile et monté en dérivation sur le circuit. Le couple exercé entre ces deux bobines est à chaque instant proportionnel au produit du courant principal et du courant dérivé; *si le courant dérivé est à chaque moment proportionnel à la différence de potentiel*, le couple moyen sera proportionnel à la puissance moyenne réelle fournie au circuit et pourra être mesuré sur un cadran de torsion comme dans l'électrodynamomètre Siemens. Toutefois, l'effort exercé entre les deux bobines dépendant des champs magnétiques qu'elles créent, il est évident que l'enroulement shunt doit avoir une self-induction et que cette self détruit la relation simple entre la lecture du wattmètre et la puissance. La figure 1 montre aussi, d'une façon approximative, l'effet de la self-induction de l'enroulement shunt, la courbe pointillée représentant le courant dans cet enroulement. L'effet de la self-induction est double : 1° elle réduit le courant qui traverse la bobine; 2° elle décale le courant dérivé en arrière de la force électromotrice qui le produit. Il est nécessaire d'étudier le résultat de ces effets qui sont des plus simples si les ondes ont la forme sinusoïdale simple.

Correction du wattmètre pour des ondes sinusoïdales. — On déduit facilement des considérations ci-dessus le facteur de correction habituel donné dans la théorie du wattmètre.

Si A et V sont les valeurs efficaces du courant et de la force électromotrice, données par l'ampèremètre et le voltmètre, W étant les watts apparents, w les watts effectifs, nous savons qu'on a :

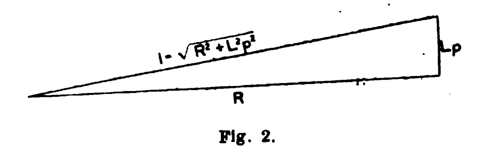


Fig. 2.

$$w = AV \cos\varphi = W \cos\varphi\,;$$

si R est la résistance en ohms de la bobine dérivée du wattmètre, L sa self-induction en henrys, et $p = 2\pi$ fois la fréquence n, on a (fig. 2)

$$\text{Impédance du Shunt } I = \sqrt{R^2 + L^2 p^2}$$

$$\text{Tangente de l'angle de décalage, } \operatorname{tg}\alpha = \frac{Lp}{R}$$

Il est clair :

1° Que l'indication du wattmètre est réduite dans le rapport de R à I;

2° Que le décalage entre les deux circuits du wattmètre sera réduit à $\varphi - \alpha$, de sorte que l'indication du wattmètre qui aurait dû être KW cos φ, sera, en réalité, $w' = KW \frac{R}{I} \cos(\varphi - \alpha)$ ou

$$KW \cos\alpha \cos(\varphi - \alpha),$$

puisque
$$\cos\alpha = \frac{R}{I}\,;$$

K étant la constante du wattmètre.

Le facteur de correction du wattmètre est donc

$$\frac{\text{Watts effectifs}}{\text{Watts indiqués par l'appareil}} = \frac{KW\cos\varphi}{KW\cos\alpha\cos(\varphi-\alpha)} = \frac{\cos\varphi}{\cos\alpha\cos(\varphi-\alpha}$$

En développant cos $(\varphi - \alpha)$ l'expression devient :

$$\text{Facteur de correction} = \frac{1 + tg^2 \alpha}{1 + tg\,\varphi\, tg\,\alpha} = \frac{1 + \frac{L^2p^2}{R^2}}{1 + \frac{Lp}{R} tg\,\varphi}$$

Cette valeur, multipliée par la lecture du wattmètre, donne la puissance effective.

Telle est la formule donnée habituellement dans les traités, avec la remarque qui si $\alpha = O$ ou $\alpha = \varphi$, le facteur de correction est égal à l'unité, l'instrument donnant alors des lectures exactes.

Cette formule est rarement employée en pratique; mais on peut l'appliquer lorsque la charge n'est pas très inductive et que le wattmètre a une forte self-induction. Dans ce cas, cosinus φ peut être déterminé approximativement en divisant la puissance déterminée par le wattmètre par la puissance apparente indiquée par le voltmètre et l'ampèremètre, et la valeur correspondante de tangente φ est trouvée dans les tables et insérée dans la formule. Naturellement, R, L et p doivent être connus, ce qui est rarement le cas en pratique. Le facteur de correction est d'ailleurs tout à fait en défaut lorsque l'avance ou le retard du courant approche de 90 degrés. Dans ce cas, en effet, tg φ est très grand et varie si rapidement avec φ, qu'il reste tout à fait indéterminé. Comme $\frac{Lp}{R}$ ne peut jamais être exactement zéro, et que tg φ est infinie lorsque $\varphi = 90$ degrés, le facteur de correction est sans utilité; et comme c'est le cas où l'on en a le plus besoin, il n'est pas étonnant qu'on ne le voie guère paraître en dehors des aide-mémoire.

L'auteur a toutefois mis la formule de correction sous une autre forme particulièrement applicable aux circuits ayant un faible facteur de puissance; elle est parfaitement déterminée et est d'un emploi plus facile que la première.

Nous avons vu que la lecture du wattmètre donne

$$w' = W \cos\alpha \cos(\varphi - \alpha)$$

et en développant :

$$w' = W \cos\varphi \cos^2\alpha + W \sin\varphi \sin\alpha \cos\alpha$$

$$w = \cos^2\alpha + W \sin\varphi \sin\alpha \cos\alpha$$

d'où la puissance effective,

$$w = \frac{w'}{\cos^2\alpha} - W \sin\varphi\, tg\,\alpha$$

ou $$w = w'\left(1 + \frac{L^2p^2}{R^2}\right) - \frac{Lp}{R} W \sin\varphi$$

Si P est le véritable facteur de puissance du circuit $\left(\frac{w}{W}\right)$ et P' le facteur indiqué par le wattmètre $\left(\frac{w'}{W}\right)$ nous aurons

$$P = P'\left(1 + \frac{L^2p^2}{R^2} - \frac{Lp}{R} \sin\varphi\right)$$

Cette correction n'est jamais indéterminée, car sin φ ne varie qu'entre -1 et $+1$. Elle parait un peu compliquée, mais est très simple en pratique, car si $\frac{Lp}{R}$ est petit, nous avons

$$w = w' - \frac{Lp}{R} W \sin\varphi$$

La simplification est beaucoup plus grande si la charge est très inductive. Pour un circuit ayant une forte self-induction, φ est voisin de 90 degrés et sin φ est voisin de $+1$; pour un circuit ayant une grande capacité, φ est presque égal à -90 degrés et sinus φ est voisin de -1. Nous avons donc

$$w = w' \pm \frac{Lp}{R} W$$

ou $$P = P' \pm \frac{Lp}{R}$$

le signe + correspondant aux courants décalés en avant et le signe — aux courants décalés en arrière.

Une déduction intéressante de ce résultat est que, avec un courant sur une capacité, ayant un facteur de puissance $\frac{Lp}{R}$, le wattmètre ne donnera aucune indication, et que si le facteur de puissance est plus petit que cette valeur, l'indication du wattmètre sera négative. Le professeur Ayrton a précisément signalé dans un article de l'*Electrical Review* qu'un compteur Thomson doit tourner en sens inverse avec un courant en avance ayant un facteur de puissance plus petit que $\frac{Lp}{R}$, et cet effet n'est que trop connu, en pratique, des ingénieurs des stations centrales.

D'une façon générale, le calcul ci-dessus montre comment on peut obtenir exactement ou approximativement la correction du wattmètre et obtenir la puissance réelle sur un circuit ayant un faible facteur de puissance, même avec un wattmètre ayant une assez forte inductance. Sinus φ peut être obtenu à 1 0/0 près pour tous les facteurs de puissance plus petits que 0,14 et la quantité $1 + \frac{L^2p^2}{R^2}$ serait augmentée de 1 0/0 lorsque $Lp = \frac{R}{10}$. Si nous prenons $p = 628$ (circuit à la fréquence 100) $\frac{L}{R} = \frac{1}{6\,280} = 0{,}00016$, et il n'y a pas de wattmètre pour circuits ordinaires qui ait une semblable constante de temps.

Effet de la capacité dans le circuit dérivé. — Cette question mérite une attention spéciale, car il est probable qu'on fait souvent des erreurs sérieuses dans les mesures de puissance en négligeant les capacités dans les bobines de résistance du circuit en dérivation. Afin d'éliminer les effets de la self-induction, les bobines forment un en-

roulement non inductif, ce qui amène au voisinage l'une de l'autre des sections de fils à des potentiels très différents. Avec une différence de potentiel variable, il y a par suite un courant de capacité qui circule dans les fils, en même temps que le courant de conduction. L'effet est celui d'un condensateur shuntant la bobine de résistance et on peut calculer son influence sur la lecture.

Dans la figure 3, supposons que L soit la self-induction de la bobine du wattmètre, r sa résistance, r' la résitance non inductive en série, K sa capacité, on peut montrer que l'impédance du circuit est

$$I = \sqrt{\frac{(R - L K r' p^2)^2 + (L + K r r')^2 p^2}{1 + K^2 r'^2 p^2}}$$

et
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L - K r'^2 + L K^2 r'^2 p^2}{R + K^2 r'^2 r p^2} p$$

Cette formule suppose que la capacité de la bobine du wattmètre et la self-induction de la résistance non inductive sont négligeables, cette hypothèse étant suffisamment exacte pour toutes les applications pratiques. On remarquera que si L et K sont grands, le décalage dépend des puissances supérieures de la fréquence. Si ces quantité sont petites de façon que Kp soit négligeable en comparaison avec r',

$$I = \sqrt{R^2 + (L - K r'^2)^2 p^2}$$

et
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L - K r'^2}{R} p$$

De plus si la résistance r est petite en comparaison avec R, r' peut être pris pour R et

$$\operatorname{tg} \alpha = \left(\frac{L}{R} - K R\right) p$$

Mais $\frac{L}{R}$ est la constante de temps due à la self-induction = T, et KR celle due à la capacité = T'

Ainsi, $\operatorname{tg} \alpha = (T - T') p$ est aussi la correction à faire dans le facteur de puissance quand on emploie le wattmètre.

On a donc d'une façon générale et pour les ondes sinusoïdales :

$$P = P' - \frac{L - K r'^2}{R} p \sin \varphi = P' - (T - T') p \sin \varphi$$

et lorsque Tp et $T'p$ sont tous deux petits en comparaison avec P et aux faibles facteurs de puissance :

$$P = P' \pm \left(\frac{L - K r'^2}{R}\right) p = P' \pm (T - T') p$$

On notera de plus que si $L = K r'^2$, le facteur de correction disparaît *pour toutes les fréquences*. Ceci ne serait pourtant pas vrai si L et K étaient grands, car alors les puissances supérieures de la fréquence exercent une influence.

Comme exemple de l'erreur sérieuse que peut causer la capacité, prenons une résistance non inductive de 100 000 ohms. On peut calculer que la capacité effective d'une telle bobine serait d'environ $\frac{1}{1000}$ de mircofarad, ou 10^{-9} farads. A la fréquence 100, la correction à appliquer au facteur de puissance est donc

$$10^{-9} . 10^{8} . 628 = 0{,}0628$$

c'est-à-dire entre deux et trois fois la puissance totale lorsqu'on essaie des diélectriques. L'effet de la capacité est naturellement d'augmenter l'indication avec des courants en avance et de la diminuer avec des courants en retard. Le remède est simple. Si la résistance est divisée en deux sections séparées, on voit facilement que sa capacité est réduite au 1/4, et si l'on emploie dix résistances séparées, la capacité ne sera que le 1/100 de ce qu'elle était primitivement. M. Swinburne a récemment proposé d'enrouler les bobines non inductives en couches, au lieu de mettre le fil double, ce qui serait certainement un perfectionnement à la méthode ordinaire ; mais la division de la résistance en bobines séparées réduit beaucoup plus la capacité, donne un meilleur isolement et facilite le refroidissement lorsqu'elle est employée avec de hauts voltages.

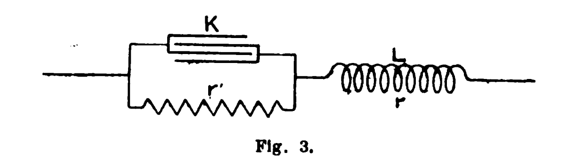


Fig. 3.

Influence de la forme de l'onde. — Ceci est un point que trop souvent on perd de vue lorsqu'on étudie des appareils ou qu'on fait des essais. On peut supposer, par exemple, que si la correction ci-dessus se fait facilement, il n'est pas nécessaire que l'enroulement en dérivation du wattmètre soit aussi peu inductif que possible. Sur beaucoup de circuits, la f. é.-m. est très approximativement sinusoïdale et la correction s'applique avec une grande exactitude ; mais, dans certains cas, la f. é-m. peut s'écarter très largement de la sinusoïde. On ne saurait trop insister sur le fait que ces écarts peuvent causer les erreurs les plus graves dans tous les instruments de mesure ayant de la self-induction. L'auteur a constaté un cas où un bon voltmètre électromagnétique enregistreur accusait une différence de 3 pour 100 lorsqu'on le faisait passer d'une machine Ferranti à un turbo-alternateur Parsons, le voltage et la fréquence étant les mêmes, et les deux f. é.-m. ne différant pas beaucoup de la forme sinusoïdale. Il ne faut pas oublier que, bien que les harmoniques supérieures soient généralement faibles, leur effet inductif augmente avec la fréquence.

Si nous écrivons notre équation sous la forme

$$w = w' \pm \frac{(L - Kr'^2)}{R} p W,$$

la correction est

$$\frac{(L - Kr'^2) p}{R} W$$

Si la fréquence est augmentée a fois, la correction deviendra :

$$\frac{(L - Kr'^2) a p}{R} W$$

Si l'amplitude de la f. é—m. de chaque harmonique est la même, la puissance apparente W est inversement proportionnelle à la fréquence. Car, si $A = \frac{V}{lp}$ approximativement sur un circuit très inductif, $W = AV = \frac{V^2}{lp}$, l étant la self-induction du circuit principal.

Nous voyons donc que la correction est la même pour chaque harmonique ayant la même amplitude. Naturellement, les amplitudes des harmoniques supérieures sont généralement beaucoup plus faibles que celle de l'onde fondamentale, mais il est bien possible que la correction arrive à se trouver doublée.

Si C_1 est la correction pour l'onde fondamentale d'amplitude V_1, la correction totale sera à peu près

$$C_1 \left(1 + \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 + \ldots \left(\frac{V_n}{V_1}\right)^2 + \ldots\right)$$

Cette correction doit être appliquée à la puissance totale et non au facteur de puissance. Naturellement, ceci suppose que l'inductance du circuit principal est constante, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il existe des noyaux de fer. Si toutefois nous disposons le wattmètre de façon que la correction pour les ondes sinusoïdales soit plus faible que la moitié de l'erreur admissible, l'approximation sera suffisante pour toute autre forme d'onde dans la pratique.

Influence des courants de Foucault. — Nous dirons quelques mots à ce sujet, car on a fait fréquemment d'importantes erreurs avec des appareils ayant des supports ou des cages métalliques. Les courants de l'enroulement principal et de l'enroulement dérivé induisent dans ces pièces des courants de Foucault qui affectent le couple de la bobine mobile. Le remède naturel est d'éviter, autant que possible, le métal dans la construction du wattmètre; mais comme les appareils du commerce en contiennent toujours, il est intéressant de connaître le sens de l'erreur qu'ils produisent. Les courants de Foucault induits par la bobine principale sont les plus importants : ceux de la bobine mobile sont plus faibles, tant comme grandeur que comme effet. Les forces électromotrices induites dans les parties métalliques sont décalées de 90° en arrière du courant inducteur. Les courants de Foucault eux-mêmes, dans le laiton, ne sont probablement pas beaucoup en arrière de la force électromotrice; mais, dans le cuivre, ils peuvent l'être. Supposons d'abord qu'ils soient en phase avec la f. é.-m., ils seront en quadrature avec le courant inducteur. Si le circuit principal est non inductif, les courants de Foucault seront en quadrature avec le courant dérivé et, par suite, ne l'affecteront pas. Ainsi, les courants de Foucault, dans les parties en laiton d'un électrodynamomètre Siemens, ne sont pas très importants. Avec une charge inductive, le courant est en arrière de la force électromotrice et les courants de Foucault sont encore en arrière du courant principal. Par conséquent, sur un circuit très inductif, les courants de Foucault sont presque opposés en phase au courant dérivé et réduisent l'indication. C'est pour cette raison que le wattmètre Swinburne donne des chiffres trop faibles et c'est ainsi qu'on trouve, avec les transformateurs à circuit ouvert, un rendement meilleur qu'avec ceux à circuit fermé. Pour la même raison, les courants de Foucault augmentent l'indication du wattmètre lorsqu'on a affaire à des courants décalés en avant.

Dans les bobines de cuivre ou les autres pièces de cuivre de l'appareil, les courants de Foucault ont un fort décalage en arrière sur la force électromotrice induite. Ils ont, par conséquent, leur effet maximum aux facteurs de puissance élevés et tendent à réduire les indications. Cet effet a relativement peu d'importance, à moins que les pièces de cuivre soient fortes. Les courants de Foucault dans les plaques de cuivre des grands électrodynamomètres Siemens causent une erreur importante.

L'effet des courants de Foucault induits par la bobine dérivée est également nul, s'ils sont en phase avec la force électromotrice induite. S'ils ont un décalage, ils peuvent avoir une influence; mais si le métal est placé symétriquement, la lecture ne sera pas affectée. En tout cas, l'induction doit être très faible.

Charles W. Drysdale.

(A suivre.)

NOUVELLES UNITÉS DE PUISSANCE

Lorsque les savants réunis au Congrès de mécanique de 1889, imaginèrent de recommander une nouvelle unité de puissance, le poncelet de 100 kilogrammètres par seconde, ils eurent à la fois raison et tort.

Ils eurent raison, parce que la décimalisation de l'unité de puissance apportait aux calculs l'admirable simplicité, qualité essentielle, véritable raison d'être du système décimal.

Ils eurent tort, parce qu'ils méconnurent la toute-puissance de l'indécrottable Routine, si honorée, si flattée, si adulée, si adorée même, et qui constitue à elle seule le fond de l'activité nationale de certains pays. Et point n'est besoin d'aller jusqu'en Chine pour la rencontrer !...

Il ne faut donc pas s'étonner si le poncelet fit faillite. Mais aussi, pourquoi s'attaquer à ce vieux et brave serviteur de cheval, dont nous avons fourbu tant de générations ! C'est Buffon, pensons-nous, qui émit cette phrase célèbre : « Le cheval est la plus noble conquête de l'homme. » Quand on possède le passé brillant et glorieux des descendants de Pégase, on vous coule en bronze sur une place publique, on ne vous détrône point.

Donc, si l'on veut réussir à donner satisfaction à l'industrie, qui trouve le cheval à la fois trop grand et trop exigu, il faut, profitant de la sévère leçon du passé, rester dans le même ordre d'idées, dans la même ambiance, si nous osons nous exprimer ainsi, que celle qui a présidé à l'avènement du cheval.

D'autre part, il convient aussi de tenir compte que la division par 75 que doivent effectuer les mécaniciens pour réduire leurs kilogrammètres en chevaux (bien qu'ils ne soient pas tous des Inaudi) ne les a jamais embarrassés. Au contraire, il semble plutôt qu'elle ait été pour eux une source de satisfaction, sans doute celle de la difficulté vaincue.

Conclusion : De nouvelles unités de puissance à proposer doivent nécesssairement être personnifiées par des types choisis du règne animal ; il est essentiel qu'elles présentent une certaine complexité.

*
* *

Il ne faut donc pas s'attaquer au cheval et lui garder soigneusement la valeur de 75 kilogrammètres par seconde que lui assigna l'illustre Watt après une expérience d'ailleurs excessive. Il reste la base, contestée par les savants de 1889 peut-être, mais incontestable à coup sûr pour tous les bons et routiniers esprits, de la matérialisation de l'unité de puissance.

Passons aux sous-multiples qu'il conviendrait dès maintenant de lui donner.

Il est un autre bon et fidèle serviteur de l'homme sur lequel l'attention se porte immédiatement, et avec d'autant plus de raison, qu'il est largement utilisé comme animal de trait, notamment par les laitières flamandes. Faites un tour le matin sur la Grand'Place de Bruxelles (en Belgique, savez-vous), et vous serez édifié à ce sujet. Vous vous demanderez même comment le sommeil des braves Bruxellois peut résister au tonitruant charivari d'aboiements sonores d'une infinie variété, qui fait trembler la Bourse sur sa large base.

Le chien, en latin *canis*, incontestablement s'impose comme premier sous-multiple du cheval. A vue de nez, il nous paraît qu'un demi-quarteron de molosses de taille moyenne peut équilibrer un bon « tracteur à crottin » comme l'a appelé si pittoresquement, mais si irrévérencieusement, un de nos confrères électriciens.

Nous proposons donc le chien comme premier sous-multiple du cheval ; sa valeur serait

$$\frac{75}{12,5} = 6 \text{ kgm par seconde.}$$

Avec le développement énorme des très petits moteurs activant machines à coudre, ventilateurs minuscules, tours de dentistes, etc., cette nouvelle unité n'est-elle même plus suffisante.

Or il existe un animal à vrai dire non civilisé, mais qu'importe ! ayant droit à toute la reconnaissance des électriciens. N'est-ce pas l'écureuil (*sciurus communis* des naturalistes) qui longtemps avant que les courants polyphasés fussent connus faisait déjà tourner ce qui est devenu l'induit des moteurs asynchrones : la cage d'écureuil ? Il nous semble que dix-huit de ces intéressants rongeurs à la queue en panache de tambour-major, pourraient correspondre très sensiblement aux bruyants quadrupèdes prénommés. Dans cette hypothèse, l'écureuil vaudrait la dix-huitième partie du chien, soit

$$\frac{6}{18} = \frac{1}{3} \text{ kgm par seconde.}$$

Pour ce qui concerne les multiples du cheval, nous serons bref. L'éléphant (*elephas*) est tout indiqué pour clôturer supérieurement la liste. Un éléphant pourrait équivaloir à douze chevaux, soit 900 kgm par seconde.

Tel est le système animé, imagé, homogène, rationnel et cohérent éléphant-cheval-chien-écureuil que nous proposons modestement, mais avec confiance, aux si nombreux techniciens de la mécanique et de l'électricité.

E. P.

LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR MURRAY

(*Suite*) (1).

On obtient l'unisson, le synchronisme de la manière suivante :

Le relai de réglage (fig. 1) est muni d'une armature (26) qui se meut entre deux contacts fixes (27) et (28) reliés électriquement au même conducteur, de telle sorte que cette armature, en allant de l'un à l'autre des contacts, n'ouvre le circuit que pendant son trajet seulement. Or les émissions de la ligne arrivant avec une vitesse uniforme qui représentent en durée une ou plusieurs unités, le relai fonctionne et interrompt le circuit à des intervalles uniformes, uniques ou multiples. Mais dans ce même circuit se trouve le point de contact (14) ouvert par la vibration de la lame (11) en face de l'électro (10); si ces contacts (14), (27) et (28) s'ouvrent et se ferment ensemble, c'est que les vibrations se

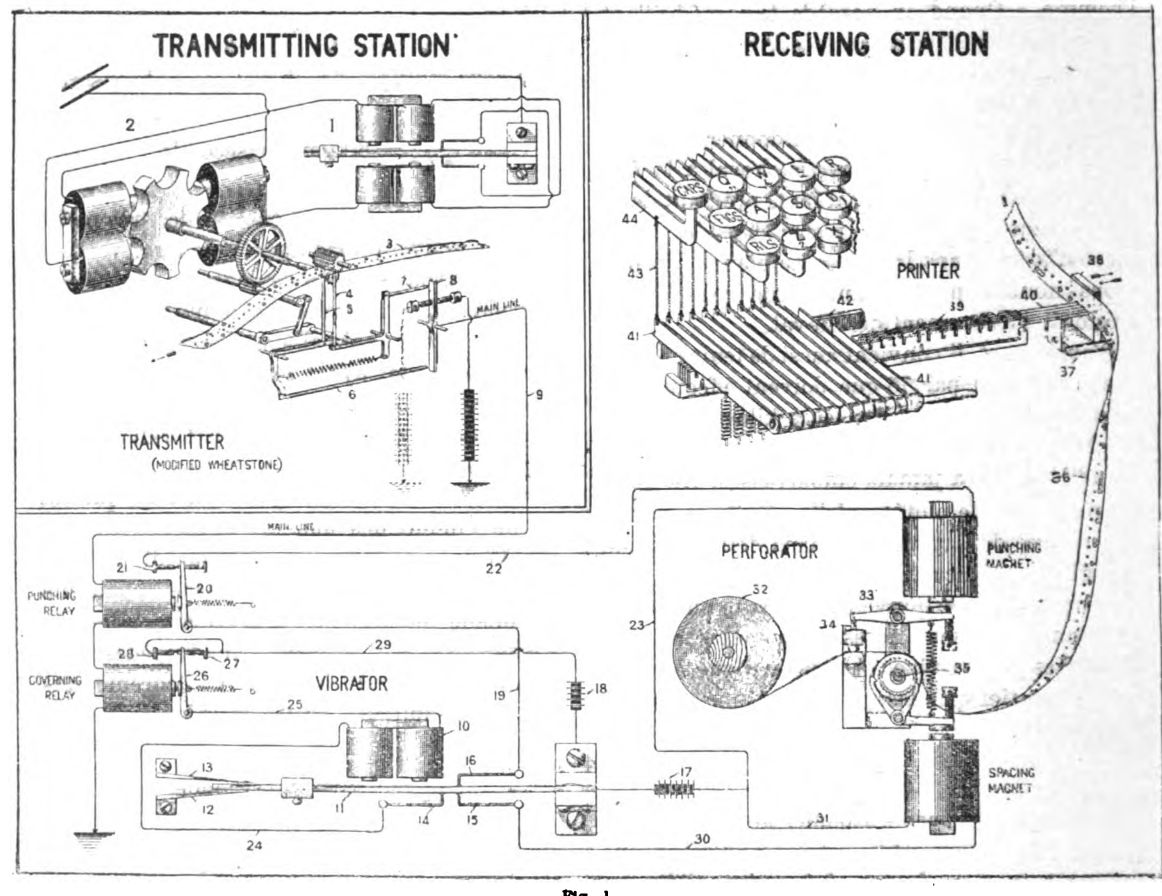


Fig. 1.

produisent régulièrement et synchroniquement; si, au contraire, la vitesse des vibrations de la lame tend à s'accélérer ou si la vitesse des signaux d'arrivée tend à se ralentir, alors les deux interruptions ne concordent plus, les émissions sont diminuées et les vibrations de la lame se réduisent d'autant. On voit alors que l'action de réglage des deux contacts (27) et (28) constitue une sorte de balancier dynamique entre la tendance d'accélération de la lame vibrante et le retard des signaux émis. Le synchronisme est donc absolument assuré. Dans la pratique, le vibrateur de réception doit être de 1 à 2 0/0 plus rapide que la moyenne des signaux émis.

Quant à la vitesse de vibration, elle peut être réglée aux deux postes par des poids mobiles enfilés sur la lame vibrante et dont on règle à volonté la position; on fait ainsi varier la vitesse de transmission et, par suite, celle de la réception. Il y a lieu de remarquer ici qu'un accroissement d'intensité dans le courant augmente l'effort magnétique du vibrateur et fait croître l'amplitude de la vibration, mais

(1) Voir l'*Electricien*, 1901, 1er semestre, p. 263.

est plutôt la cause, au contraire, d'une diminution de vitesse de cette vibration; de même, une diminution d'intensité augmentera la vitesse; mais ces modifications s'effectuent sans régularité. Il y a donc lieu de recourir à un procédé complémentaire pour obtenir des changements considérables de vitesse et correspondant exactement à la durée et à l'intensité des émissions du courant de transmission. Dans ce but, l'inventeur a disposé de part et d'autre de la lame vibrante deux arrêts (12) et (13). Si donc l'énergie de propulsion croissant, l'amplitude de la vibration augmente, ces arrêts flexibles limiteront cette amplitude; alors l'énergie de la lame ne pouvant plus se dissiper aussi rapidement par la résistance de l'air et les frottements moléculaires, il en résultera une augmentation dans la vitesse de vibration, tandis qu'une partie de l'énergie communiquée sera transformée en chaleur au point d'arrêt. Afin de diminuer encore ce dernier effet, M. Murray a étudié la forme la meilleure à donner à ces lames d'arrêt et s'est décidé à celle qui est montrée sur la figure 1. Le mouvement est alors souple, flexible et uniforme, et la vitesse de vibration peut varier proportionnellement aux émissions de courant.

Pour démontrer expérimentalement cette action de réglage, M. Donald Murray et M. Vansize ont dressé des courbes et des tables donnant les variations de vitesse subies par la tige vibrante munie ou non des arrêts flexibles. Si l'on enlève ces arrêts et que l'on fasse varier le courant de 100 à 350 milliampères, on obtient toujours à peu près la même vitesse et la longueur de ruban déroulé en une minute

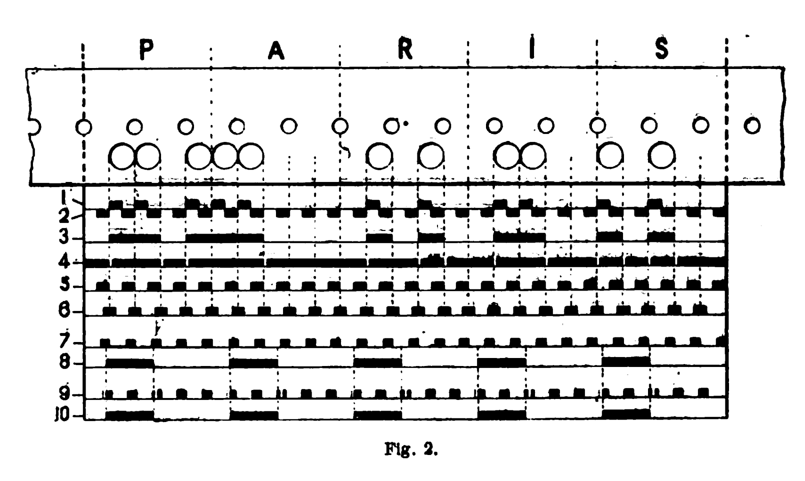


Fig. 2.

est toujours d'environ 5,80 m, elle décroît plutôt un peu à mesure que l'intensité augmente. Au contraire, réglée par les arrêts flexibles, on obtient les résultats suivants :

Courant en milliampères.	Longueur du ruban déroulé en une minute.
100	6,08 m
125	6,15
150	6,23
175	6,35
200	6,49
225	6,60
250	6,71
275	6,85
300	7
325	7,11
350	7,30

Les vibrations de la lame ne commencent qu'à partir de 100 milliampères et même elles sont très faibles; en pratique, on peut dire qu'elles ne commencent réellement qu'à 125 milliampères.

La vitesse de transmission étant dans ces expériences de 112 mots à la minute, le courant était de 230 milliampères.

Dans sa conférence, M. Vansize montre à ses auditeurs un diagramme (fig. 2) représentant les positions relatives des émissions de courant et le fonctionnement des divers organes du télégraphe imprimeur Murray dans la transmission et la réception du mot *Paris*; les divisions entre chaque lettre étant marquées par une ligne pointée. Sur la ligne n° 1, on voit les émissions du courant traversant l'électro de poinçonnage qui opère les perforations du ruban; la seconde ligne indique les émissions de courant dans le circuit local affecté aux intervalles; sur la ligne 3, ce sont les émissions du transmetteur automatique; le fonctionnement de l'armature du relai de réglage se voit sur la ligne 4; puis c'est en 5 et 7, les émis-

sions qui traversent le circuit de l'électro vibrateur, on voit que le synchronisme existe avec la ligne 2. Dans la ligne 6, ce sont les mêmes vibrations, mais le réglage et le synchronisme n'existent pas. Sur la ligne 8 sont relevées les émissions transmises par la ligne 5, l'action de l'armature (26) du relai de réglage ayant été supprimée. Sur les lignes 9 et 10, on a employé les mêmes moyens pour relever les émissions de courant dans les deux circuits.

Si l'on examine maintenant l'alphabet Murray et qu'on le compare avec les autres alphabets les plus généralement employés, on se rendra d'abord compte que les deux conditions les plus avantageuses de fonctionnement sont l'uniformité dans la longueur des lettres et l'emploi d'interruption ou d'inversion dans les émissions de courant, mais jamais une combinaison de ces deux systèmes. L'alphabet Morse serait l'idéal s'il ne comportait pas une trop grande variation dans la longueur des caractères. L'importance d'un alphabet composé de lettres

	LETTERS	FREQUENCY	"MURRAY" SIGNALS	"MURRAY" TAPE	"BAUDOT" ALPHABET	"INTERNATIONAL" MORSE	"AMERICAN" MORSE
1	e	14,000		o····			
2	t	10.000		····o			
3	a	9.000		oo···			
4	i	9,000		·oo··			
5	n	8,000		··oo·			
6	o	8,000		···oo			
7	s	8,000		o·o··			
8	r	7,000		·o·o·			
9	h	6,000		··o·o			
10	d	5,000		o··o·			
11	l	5,000		·o··o			
12	u	4,500		ooo··			
13	o	4,000		·ooo·			
14	m	3,000		··ooo			
15	f	3,000		o·oo·			
16	w	2,500		oo··o			
17	y	2,500		o·o·o			
18	p	2,400		·oo·o			
19	b	2,000		o··oo			
20	g	2.000		·o·oo			
21	v	1,500		·oooo			
22	k	800		oooo·			
23	q	600		ooo·o			
24	j	500		oo·oo			
25	x	500		o·ooo			
26	z	300		ooooo			
27	,	4,500		o···o	1		
28	.	3,000		oo·o·	2		
29	Space Key			··o··		BAUDOT 1 = É 2 = "ERROR" 3 = NOT USED	
30	Capital Key			·o···	3		
31	Figure Key			···o·			
32	Release Key			·····			

Fig. 3.

égales en longueur a toujours été reconnue et plusieurs inventeurs ont adopté à cet effet divers modes de procéder; les seuls qui soient réellement pratiques sont d'abord celui qu'avaient proposé Gauss et Weber en 1833, puis actuellement celui de Baudot, mais ce dernier a l'inconvénient d'employer à la fois des interruptions et des émissions tantôt positives, tantôt négatives, nécessaires pour former les différentes combinaisons des caractères.

L'alphabet Murray, comme on le voit sur le tableau comparatif (fig. 3), comprend donc un espace uniforme divisé en cinq unités ou subdivisions avec des émissions de courant correspondant à une ou plusieurs de ces subdivisions On obtient alors 32 combinaisons possibles et, en employant deux de ces signaux comme préfixes aux autres, on peut obtenir la transmission de 87 caractères, capitales, petites lettres ou chiffres. Il n'y a pas besoin d'un espace pour séparer deux lettres consécutives, tandis que dans le Morse, un espace correspondant à trois unités suit chaque lettre. On verra de même sur le même tableau de la figure 3 que le nombre maximum d'émissions exigé par lettre est de trois pour la lettre *y* et que la moyenne de ces émissions est de 1,25, tandis que dans le Morse, il est de 2,59; le Baudot n'en transmet

jamais moins de cinq sans compter les émissions de correction pour assurer le synchronisme. L'alphabet Murray est donc le plus avantageux, puisqu'il est le plus bref et par conséquent le plus rapide. Pour se rendre exactement compte de la différence de longueur des mots transcrits avec le Morse ou avec le Murray, il suffit d'examiner la figure 4; les deux premières lignes représentent la longueur moyenne d'un mot transcrit dans les deux systèmes et les deux autres lignes donnent l'exemple du mot *Paris*. La proportion est, on le voit, très élevée; elle est, en pratique, de 3 à 5; il en résulte que pour une vitesse de 60 mots à la minute donnés par le Morse, on obtiendrait 100 mots avec le Murray. L'une des principales causes de cette rapidité est comme nous le disions plus haut, l'absence de séparation entre les lettres; quelquefois, alors, les signaux se rejoignent comme dans le cas du P et de l'A du mot *Paris* et il n'y a qu'une émission pour deux lettres; le total des émissions est alors de sept pour les cinq lettres de *Paris*, tandis que le Morse en exige 14; certains autres mots donnent encore un résultat plus exceptionnel, et M. Vansize cite le nom allemand *Latzke* qui malgré ses six lettres n'exige que quatre émissions; mais il faut en général compter sur 1,25 émission, par lettre. Le télégraphe imprimeur Hughes n'emploie qu'une émission par lettre, mais il exige beaucoup d'espace entre les signaux de telle sorte qu'en résumé la rapidité des émissions par seconde est très faible.

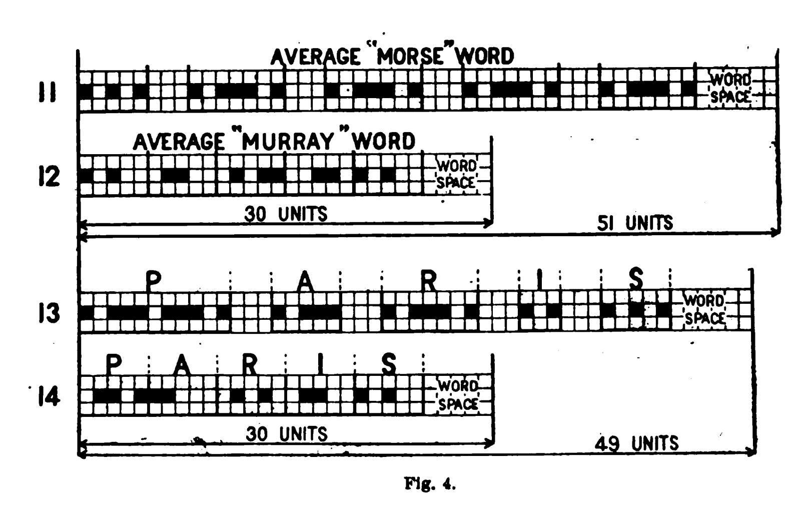


Fig. 4.

A plusieurs reprises, le télégraphe imprimeur Murray a été expérimenté, soit sur des circuits en boucle, soit sur des lignes interurbaines de différentes longueurs; on se basait pour ces expériences sur une moyenne de cinq lettres par mots avec un intervalle d'une lettre entre chaque mot; il suffisait alors de mesurer la longueur du ruban déroulé en une minute et de diviser ce nombre par six pour avoir le nombre de lettres. En avril et mai 1900, on a procédé à une série d'essais entre New-York et Chicago; le fonctionnement s'effectuait vià Meadville sans relai sur une distance de 1050 milles, et l'on a obtenu 77 mots à la minute. Avec un relai à Meadville, les résultats ont été meilleurs et ont donné couramment, sans effort, 102 mots à la minute; le conducteur employé était en cuivre, pesait 94,30 kg le mille et présentait une résistance de 4,5 ohms par mille (1609 m); on a même travaillé en duplex avec une très grande facilité; un autre essai a donné 114 mots, et ces résultats indiquent que l'on obtiendra prochainement une vitesse d'au moins 120 mots.

Les expériences pratiques les plus probantes ont eu lieu du 17 octobre au 3 novembre dernier entre Boston et New-Nork. On a pris au hasard parmi les télégrammes déposés aux bureaux de la Postal Telegraph Company de New-York, 200 dépêches ordinaires, dont 160 commerciales et 18 chiffrées, le reste consistait en des télégrammes privés; le corps de chacune de ces dépêches comprenait en moyenne 10, 8 mots; mais, en total, il fallait compter sur une moyenne de 26 mots par télégramme; la vitesse de transmission varia de 60 à 96 mots à la minute; et cela sans aucune hésitation, ni erreur. De même, on transmit à vitesse égale une colonne du *New-York-Herald* contenant 5988 lettres et 1261 mots. Ces essais et ces transmissions furent répétés plusieurs jours avec un succès semblable et sans aucune éducation préalable des employés. La plus faible

vitesse totale de transmission fut de 144 dépêches à l'heure, soit une vitesse triple de celle obtenue avec le Morse, car un bon employé en en Amérique, dit M. Vansize, ne transmet guère que 40 dépêches à l'heure. Mais, à la raison de 96 mots à la minute, on obtient un résultat bien supérieur, soit 230 dépêches à l'heure. Un article de presse composé de 1720 mots fut transmis sans erreur en 16 minutes 42 secondes, soit 103 mots par minute en comptant toujours une moyenne de 4,75 lettres au mot. On essaya d'atteindre la vitesse de 110 mots à la minute, mais on ne pouvait guère continuer à transmettre avec cette rapidité, sans erreurs, que pendant deux ou trois minutes. L'inventeur pense cepeudant qu'au moyen de certains perfectionnements très peu importants, il atteindra facilement 120 mots à la minute. Déjà sur un circuit fermé de New-York à Albany et retour, on a obtenu 118 mots à la minute, Mais, sans attendre ces perfectionnements, sans vouloir transformer dès à présent cette dernière expérience en fonctionnement régulier, il suffit de retenir les deux rendements obtenus dans les essais réellement pratiques de New-York à Boston ; la vitesse de 140 dépêches à l'heure ou même de 120, y compris les corrections et les délais inévitables serait encore de 50 0/0 supérieure à celle d'un Morse travaillant en duplex ; quant à la vitesse de 96 mots à la minute, elle serait égale à deux fois et demie la transmission ordinaire en quadruplex. Enfin, l'inventeur est persuadé que, sur des grandes distances, le rendement sera encore excellent, et que, par exemple, entre New-York et San Francisco, soit 3000 milles, il se fait fort d'obtenir facilement une vitesse de 40 mots à la minute. Ce qui est le double d'une transmission manuelle.

Georges Dary.

INTERRUPTEUR POUR HAUTE TENSION

MM. Mornat et Langlois construisent depuis peu un interrupteur qui permet de rompre des circuits à haute tension alimentés par des courants alternatifs.

D'après les renseignements qui nous ont été fournis par les ingénieurs qui sont appelés à les utiliser, ces interrupteurs donnent toute satisfaction et la sécurité de leur fonctionnement est absolue. C'est là un progrès remarquable et que nous sommes heureux de constater ; ce progrès était d'autant plus désirable que les installations à haute tension se multiplient rapidement, surtout depuis que la traction électrique s'est développée et que, dans ce dernier cas en particulier, il est absolument urgent d'avoir à sa disposition un interrupteur dont le fonctionnement soit sûr et facile.

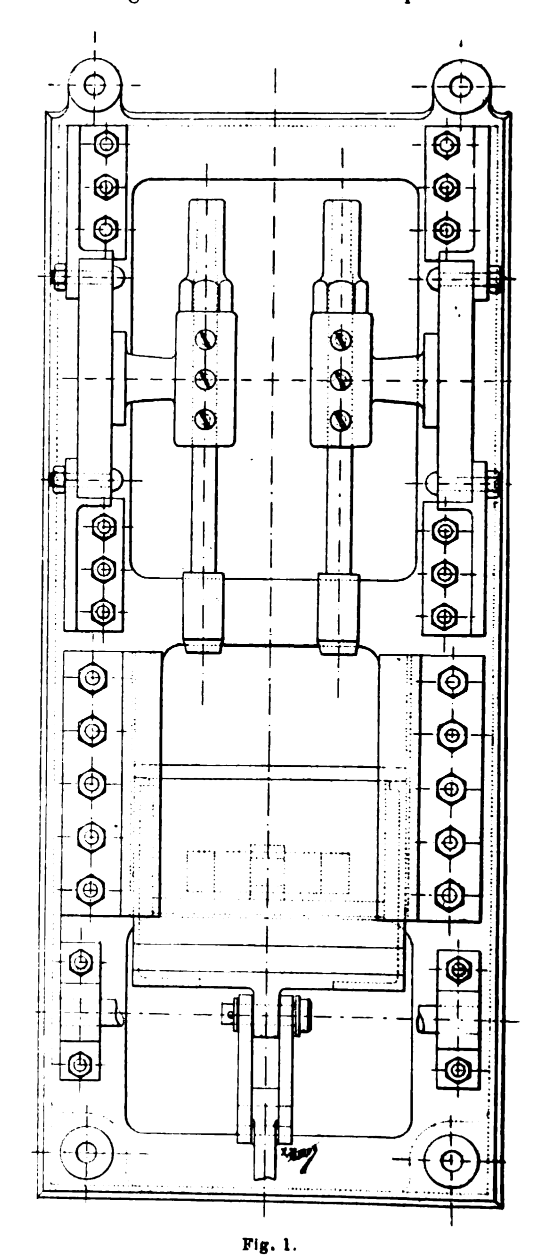


Fig. 1.

L'appareil de MM. Mornat et Langlois est basé sur la rupture du circuit dans une couche d'huile lourde ; cette idée n'est pas d'une grande nouveauté ; cependant elle n'avait été appliquée jusqu'ici, croyons-nous, que dans quelques modèles de coupe-circuits. La construction de

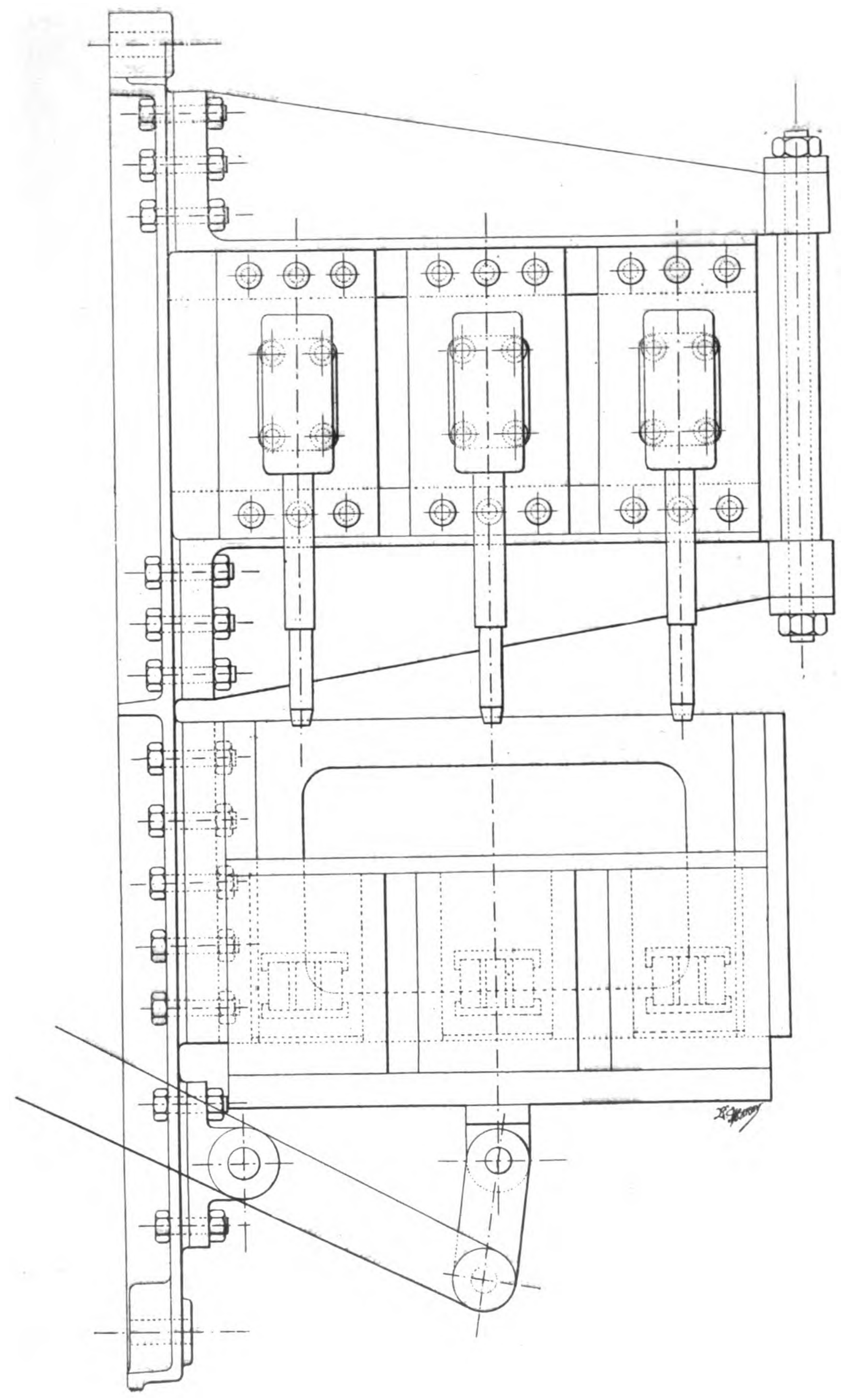


Fig. 2.

cet interrupteur est très soignée et bien comprise, les précautions les plus minutieuses sont prises pour assurer un bon isolement et mettre l'opérateur à l'abri de tout accident. Ce sont, en somme, ces différentes qualités réunies qui font sa supériorité.

Cet interrupteur se fait ou bipolaire ou tripolaire. La figure 1 représente l'interrupteur tripolaire qui est employé sur le réseau du Métropolitain. L'appareil se compose d'un bâti de fonte allégé qui soutient tout l'ensemble des couteaux et de leurs mâchoires ainsi

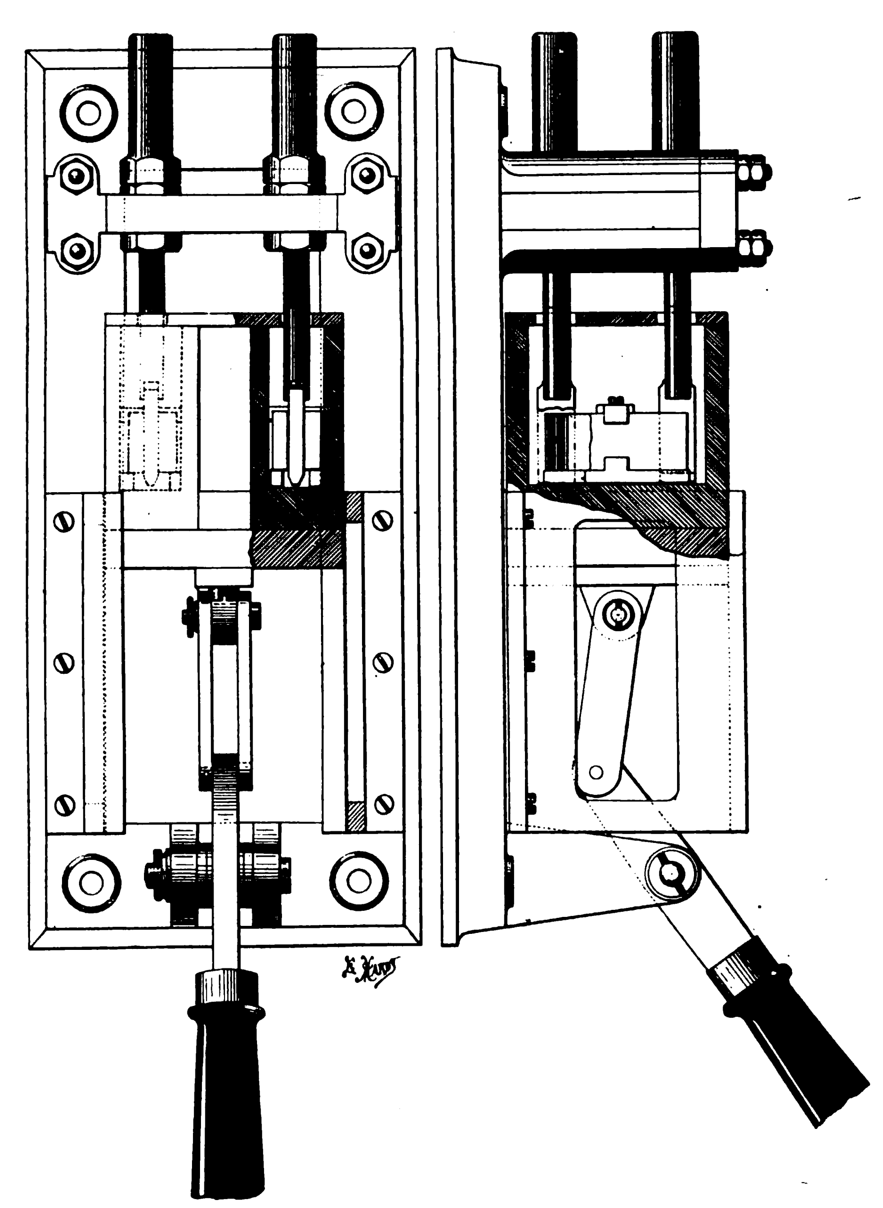


Fig. 3.

que les cuves de rupture contenant l'huile.

Les couteaux, à raison de deux par pôle, sont formés de barres de cuivre de dimensions appropriées à l'intensité du courant qui doit les traverser; ces barres sont taillées en biseau à leur partie inférieure, de façon à permettre leur introduction facile dans les mâchoires; à leur partie supérieure, elles sont renforcées et portent des trous dans lesquels on peut introduire les câbles et les y serrer à l'aide de vis. Ces couteaux sont maintenus par des supports métalliques qui sont reliés au bâti par l'intermédiaire de plaques d'ébonite; chaque couteau est ainsi monté sur une plaque séparée et les plaques d'ébonite sont elles-mêmes placées dans des évidements du bâti; elles ne sont en

contact avec ce bâti que par leurs bords et sont fixées à l'aide de boulons sur le rebord où elles reposent.

Les mâchoires qui servent à fermer le circuit sont montées sur le fond des bacs en ébonite où se trôuve l'huile lourde dans laquelle se fait la rupture du courant.

Chaque mâchoire fixée au fond d'un bac séparé est constituée par deux séries de lames de cuivre réunies en quantité par une barre transversale qui sert en même temps à la fixer sur le fond du bac; elle présente par suite deux points de rupture où viennent pénétrer les deux couteaux correspondants. Cette double rupture a pour but de réduire l'étincelle qui, en pratique, est presque nulle sur des circuits à 6000 volts.

Comme on le voit sur les figures 1 et 2, les bacs contenant les mâchoires sont placés à une certaine distance l'un de l'autre et montés sur une plaque isolante qui repose à son tour sur un support métallique. A la partie inférieure de cette plaque-support est fixée une articulation reliée au petit bras d'un levier, dont le grand bras fait saillie sur le devant de l'appareil.

Les bacs, au nombre de 3 pour l'appareil tripolaire, sont fermés par un couvercle commun qui est percé de six trous pour le passage des 6 couteaux; ce couvercle évite les projections d'huile et empêche la poussière de venir souiller la surface du liquide.

L'ensemble des bacs et, par suite, des mâchoires qu'ils contiennent est mobile dans le sens vertical et des cornières qui font partie du bâti guident ce mouvement; pour éviter les coïncements et adoucir le frottement, les angles extérieurs correspondants des bacs extrêmes sont revêtus d'une garniture métallique.

Pour faire la connexion, on soulève les 3 bacs à l'aide du levier, dont nous venons de parler, jusqu'à fond de course, de façon à ce que les couteaux pénètrent dans leurs mâchoires; la rupture du courant se fait par la manœuvre inverse.

La longueur de la rupture est d'environ 150 mm, dont 50 mm dans l'huile.

Comme on voit par cette description, le levier de manœuvre est absolument isolé de toutes les parties métalliques susceptibles d'être traversées par le courant à haute tension.

Il est à remarquer que dans cet appareil la rupture n'est pas brusque, ce qui est évidemment une bonne condition pour le réseau; cependant comme elle se fait sans étincelle appréciable, l'huile ne risque pas de se charbonner et l'expérience a démontré qu'en effet il n'est pas utile de remplacer cette huile en service, mais seulement d'en ajouter un peu de temps en temps.

Toutefois, le montage des bacs est prévu de façon que le remplacement soit facile si cela était nécessaire.

La figure 3 représente un appareil bipolaire monté. Ce dernier interrupteur est, comme le précédent, destiné à des courants de grande intensité.

Sur le même principe, les constructeurs ont établi des modèles pour faibles intensités; dans ceux-ci, les mâchoires sont légèrement modifiées; elles ne sont plus constituées que par des tubes fendus dans lesquels les chevilles de contact viennent pénétrer.

A. Bainville.

ARC ÉLECTROLYTIQUE DE RASCH

M. E. Rasch de Postdam a pris récemment des brevets concernant une nouvelle électrode pour lampes à arc. Ces brevets ne font aucune mention des appareils très spéciaux dans lesquels ces électrodes peuvent être employées.

L'Elektrotechnische Zeitschrift du 14 février donne les résultats des expériences qui ont été faites par M. E. Rasch, mais, de même que le brevet, elle ne donne aucun détail sur la lampe.

Ces électrodes sont composées de substances réfractaires analogues à celles employées dans le filament de la lampe Nernst, c'est-à-dire des oxydes de magnésium, de thorium, de zirconium, de calcium, etc.

M. Rasch en maintenant un arc entre deux crayons ainsi composés, par un procédé dont il ne fait aucune mention et qui, *a priori*, semble assez difficilement réalisable industriellement, obtient, paraît-il, des résultats tout à fait remarquables.

C'est ainsi que la bougie serait produite avec une dépense de 0,192 watt, c'est-à-dire correspondrait, d'après les recherches de Tumlitz sur l'équivalent mécanique de la lumière, à un rendement de 100 0/0.

Ces résultats seraient obtenus en employant des crayons de très petit diamètre variant de 0,5 à 0,25 centimètre, une tension de 45 à 60 volts et des densités de courant de 0,5 à 1 ampère par millimètre carré de section, c'est-

à-dire des densités environ 10 fois plus grandes que celles couramment employées dans les crayons de charbon.

M. Rasch aurait observé que si on maintient constante la longueur de l'arc, la dépense par bougie diminue à mesure qu'on augmente la consommation de l'arc en watts, jusqu'à un minimum qui correspond au rendement de 100 0/0 en énergie lumineuse (c'est-à-dire jusqu'à 0,192 watt par bougie d'après Tumlitz), puis ensuite augmente. Le minimum de consommation par bougie observé dans les expériences a, paraît-il, été atteint pour une différence de potentiel de 200 volts aux bornes de la lampe; à ce moment les électrodes se liquéfient.

En pratique, avec des électrodes de 2,5 mm de diamètre, on obtiendrait, avec une dépense de 154 watts, une intensité lumineuse horizontale de 556 bougies anglaises, soit 0,277 watt par bougie pour un arc de 1 mm de longueur. M. Rasch recommande le régime de 3 à 4 bougies par watt.

L'arc ne peut jaillir entre de telles électrodes qu'après que celles-ci ont été rendues conductrices par un chauffage préalable; mais M. Rasch prétend que les difficultés techniques pour réaliser ce chauffage sont beaucoup moindres que dans la lampe Nernst.

On peut à volonté en choisissant convenablement les oxydes ou mélanges d'oxydes, obtenir des lumières diversement colorées suivant les besoins. Ainsi les électrodes contenant de la magnésie, du fluorure de calcium, des oxydes de chrome et de nickel donnent une lumière jaune.

Les résultats qu'on nous annonce sont évidemment très remarquables; mais nous pouvons nous demander s'ils correspondent à la réalité et si des essais plus approfondis ne nous donneront pas quelque déception. La valeur de l'intensité moyenne sphérique en particulier serait très intéressante à connaître, car nous sommes naturellement porté à croire que les mesures de l'intensité horizontale dont les résultats nous sont fournis se rapportent à la valeur maximum. Il serait utile de savoir exactement comment ces chiffres ont été obtenus pour pouvoir porter un jugement certain sur la valeur de cette invention au point de vue du rendement lumineux.

A priori, il semble qu'il y ait dans les résultats donnés certaines anomalies. Ainsi, comme le fait remarquer l'Electrical World, pourquoi le spectre de cette source lumineuse ne s'étendrait-il pas à l'infra-rouge d'une part, et à l'ultra-violet de l'autre, comme celui de toutes les sources que nous connaissons et de la lampe Nernst en particulier.

Il y a évidemment tout à présumer qu'il obéit aux mêmes lois et alors le rendement ne peut être ce qu'on nous annonce. D'autre part, les électrodes ayant une conductibilité électrolytique, comme le filament Nernst, nécessitent une dépense d'énergie pour conserver leur conductibilité; cette dépense nécessaire pour entretenir la haute température des crayons dont dépend leur conductibilité est sans grand profit au point de vue lumineux; il doit par conséquent en résulter une diminution dans le rendement lumineux qui est par suite incompatible avec les chiffres fournis.

En somme, cette communication est très incomplète et peut être un peu prématurée; mais cependant si les résultats qu'on nous annonce peuvent réellement être atteints et surtout réalisés en pratique, cette lumière constituerait un progrès énorme sur l'arc ordinaire. Nous devons ajouter ici que pendant l'exposition nous avons eu occasion de faire fonctionner la lampe de M. Bremer, qui réalise en partie déjà les résultats annoncés par M. Rasch.

A. Bainville.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 25 avril 1901.

L'éclairage électrique de la ville de Londres. — Le président de la compagnie *City Electric Lighting*, a expliqué cette semaine les causes qui ont fait que 1900 a été une mauvaise année pour leur entreprise. D'abord des tarifs plus bas ont été consentis aux abonnés et ensuite le prix du charbon a causé une dépense supplémentaire de 34 000 livres sur 1899; cette dernière augmentation des frais est due en partie au prix plus élevé du charbon, mais non complètement. En effet, les unités vendues aux abonnés particuliers ont dépassé 11 millions au lieu de 7 millions en 1899, or 75 000 tonnes de charbon ont été dépensées à raison de 20 shillings 9 pences la tonne en moyenne; en 1899, le prix moyen avait été de 14 shillings 10 pences. Les dépenses d'exploitation ont été beaucoup plus grandes; les frais de production et de distribution se sont élevés à 61,13 0/0 des recettes brutes, tandis qu'en 1899, elles n'ont été que de 49,31 0/0. Le prix moyen de l'unité en 1900 était de 4,09 pences au lieu de 5,16 pences en 1899. La Compagnie a dû se préparer à combattre la concurrence et pour cela a dû abaisser les tarifs. On compte environ

530 000 lampes alimentées pour l'éclairage privé et environ 10 000 abonnés. La Compagnie espère avoir très prochainement une distribution à courant continu dans chaque section de la cité. Sir David Salomons qui a dirigé l'entreprise en dépit de tous les obstacles dernièrement franchis a constaté que la surveillance doit être beaucoup plus accentuée; il s'est décidé à modifier entièrement le Conseil d'administration. D'autre part, il déclare qu'il n'y a aucun système plus exempt de complications que la distribution à courant continu et qu'il est beaucoup plus commode d'avoir une station génératrice placée près des zônes de distribution.

***

Canalisations souterraines. — Une longue discussion s'est élevée sur ce sujet parmi les membres de l'Institution des Ingénieurs-électriciens de la section de Glasgow à la suite d'une conférence présentée par M. Arthur Devey, intitulée : « Quelques notes sur les divers systèmes de pose des câbles souterrains. » Dans ce travail, l'auteur décrivait le procédé adopté par le Post Office pour son nouveau réseau téléphonique qui est presque terminé dans les districts de Londres; ces câbles sont élongés dans des conduites octogonales de grès, noyées dans du ciment et du béton; les conduites se font en deux dimensions : 0,35 m et 0,60 m de longueur avec 0,08 m de diamètre intérieur. Les plus courtes sont employées pour les entrées dans les regards. On étend d'abord un lit de béton de 0,15 m d'épaisseur, puis une couche de ciment de 0,01 m, puis une rangée de conduites et ensuite une autre couche de ciment de 0,01 m; on intercale, en outre, du ciment dans tous les joints et les interstices des grès. Lorsque toutes ces rangées sont posées, les côtés de la partie supérieure sont recouverts d'un revêtement de béton de 0,15 m d'épaisseur. Ces conduites sont élongées à une profondeur minimum de 0,91 m à compter de la couche extérieure de ciment à la surface de la chaussée. Les boites de jonction en briques mesurent 0,35 m sur 2,43 m de longueur avec des largeurs variant selon le nombre des conduites qui y aboutissent. Pour les traversées de voies et pour les distributions, on se sert de tuyaux de fonte. Plusieurs systèmes de pose pour les câbles à éclairage sont examinés au cours du travail de M. Devey, mais nous nous contenterons de noter quelques-uns des faits les plus intéressants de la discussion qui a suivi.

Tout récemment les tranchées pratiquées dans les rues de Londres et aussi dans plusieurs grandes villes de province pour la pose des câbles à éclairage et pour ceux des téléphones sont devenues tellement nombreuses que l'on a examiné avec grande attention s'il ne serait pas possible de construire des tunnels ou de larges caniveaux souterrains qui seraient pratiqués sous le centre des voies et qui présenteraient des dimensions suffisantes pour contenir toutes les différentes canalisations, tuyaux et câbles formant actuellement et dans l'avenir les réseaux de distribution. Cette proposition qui a été déjà soutenue par diverses municipalités aurait l'inconvénient d'occasionner des dépenses considérables; quoi qu'il en soit, elle a été reprise et soutenue par plusieurs orateurs à la séance de Glasgow.

M. Henry Mavor, l'un des partisans de cette proposition, déclare que la seule manière de résoudre la question de l'élongement des câbles est de procéder, une fois pour toutes, à l'établissement de conduites capables de renfermer tous les conducteurs téléphoniques, télégraphiques, ceux de l'éclairage, de la force motrice, les tuyaux d'eau, de gaz, les tubes pneumatiques, tous les câbles, tous les tuyaux, en un mot, présents et futurs. Il reconnait que cette installation nécessiterait une forte dépense initiale, mais une fois accomplis le travail et la dépense seraient tous les deux terminés et cette méthode serait, en réalité, peut-être la plus économique. Quant aux difficultés à surmonter, nous ne pouvons les faire mieux apprécier qu'en citant l'opinion exprimée à ce sujet, dans cette même séance, d'abord par M. Chamen, l'ingénieur-électricien municipal de Glasgow. Il dit que la question d'établissement d'un grand tunnel à l'instar des égouts collecteurs de Paris a déjà été envisagée plusieurs fois et que, réellement, l'idée est suggestive et tentante. Cependant, ajoute-t-il les ingénieurs des autres départements ont des vues très variées à ce sujet. L'ingénieur du gaz objecte que le tunnel peut se remplir accidentellement d'un mélange fort dangereux de gaz détonnant; l'ingénieur hydraulicien fait remarquer que dans le cas de rupture d'une canalisation d'eau, accident qui peut arriver, en dépit de toutes les précautions, on peut se demander quel serait l'état du tunnel et de son contenu. Il y a aussi la question de l'accès surtout pour les matériaux peu transportables à bras tels que les tuyaux de fonte longs de 2,75 m à 3,65 m et présentant un diamètre de 1,20 m; il faudrait que le tunnel puisse être assez large pour permettre à un chemin de fer et à des convoyeurs de transporter ce matériel et de le réparer.

***

Canalisations électriques. — Un autre rapport récemment présenté devant la même société est celui de M. George Clark qui fait ressortir quelques-uns des principaux défauts que l'on rencontre souvent dans les canalisations électriques et propose ensuite, à côté du mal, le remède à y apporter. La majorité des défauts ne proviennent pas autant de la canalisation elle-même que de la négligence avec laquelle sont prises les précautions nécessaires pour assurer un bon fonctionnement. Dans les systèmes à conducteurs armés, la continuité de l'enveloppe doit absolument être intacte et complète et cette enveloppe doit être reliée effectivement à la terre. Employer des revêtements de bois dans les endroits humides, ou encore se servir de câbles couverts de plomb en présence de certains gaz ou vapeurs, c'est courir à un insuccès et même à un effet désastreux, et aucune canalisation ne peut être dite sûre dans le cas d'un mauvais matériel ou d'un montage défectueux et insuffisant. M. Clark a dressé à ce sujet toute une suite de chiffres comparatifs représentant les valeurs des différents caractères que doivent avoir des canalisations parfaites et il en déduit les propriétés qu'il faut attribuer aux diverses parties des canalisations à savoir : conducteurs, enveloppes,

armatures, tubes, conduites de bois, etc... Cependant il explique que cette table ne peut être d'un grand usage dans la pratique car la valeur de ces différents caractères varie et dépend entièrement de l'espèce et de l'application que l'on fait de ces conducteurs; chaque cas réclame pour ainsi dire une solution différente.

M. Clark répète ce que beaucoup ont dit avant lui, à savoir que les compagnies de distribution et les sociétés d'assurances contre l'incendie devraient nommer conjointement des inspecteurs chargés d'examiner les canalisations pendant la pose. Les Compagnies d'électricité accordent beaucoup trop de confiance aux essais d'isolement qui, en réalité, ne sont qu'une bien faible preuve d'une bonne installation. Il considère que le temps est venu pour les architectes et les entrepreneurs de se départir de leurs manières de faire qui consiste à adopter des mesures générales et uniformes dans la pose des canalisations électriques; un ingénieur conseil doit les aider dans leur travail et déterminer les dispositifs à adopter. Les architectes rendront également de grands services aux électriciens en se souvenant que les câbles et les tubes exigent un certain espace que l'on doit réserver dans les constructions aussi bien que pour les tuyaux à gaz ou à eau.

***

Lampes électriques de mineurs. — L'Institution des Ingénieurs électriciens, section de Londres, a entendu la lecture d'une conférence présentée par M. Sydney F. Walker sur les lampes électriques de sûreté pour mineurs. L'auteur détaille assez longuement les dangers qui menacent les mineurs munis de lampes ordinaires dans les mines de charbon; il retrace le travail des divers inventeurs qui ont pensé à les munir de lampes électriques sûres et efficaces. Il examine ensuite les difficultés que l'on rencontre avec les lampes alimentées par des piles primaires et par des accumulateurs, défauts inhérents à chacune de ces deux classes ou communes. Enfin, il cite quelques exemples de prix et de frais d'entretien dans les deux cas.

***

Les constructeurs anglais et la concurrence étrangère. — La concurrence entre les constructeurs anglais, continentaux et américains pour l'exécution de commandes anglaises prend un caractère des plus aigus, car plusieurs marchés fort importants pour la construction du matériel électrique des nouveaux chemins de fer souterrains vont très probablement être passés avec des maisons de l'étranger. On vient de nous annoncer que trois ou quatre des plus grosses maisons de construction d'électricité d'Angleterre se sont réunies pour former une sorte de syndicat dans le but de mieux résister à cette concurrence étrangère spécialement pour ce qui touche certains contrats très importants. Les Sociétés qui, parait-il, font partie de cette association sont : la Compagnie The Thames Iron Works MM. Siemens frères et Cie, MM. Mather et Platt et la Compagnie électrique Brush. Déjà ces Sociétés se sont réunies pour soumettre des devis relativement à la fourniture du matériel électrique des lignes du métropolitain et de celles du Great Northern and City. Actuellement elles sont également réunies pour la réalisation d'un projet de chemin de fer qui relierait le nord-est de Londres au Monument (monument du prince Albert dans Hyde Park), puis de là Piccadilly.

***

Téléphones municipaux anglais. — La corporation de Glasgow a suffisamment achevé l'installation de ses bureaux téléphoniques pour pouvoir, cette semaine, donner la communication aux 100 premiers abonnés. Les canalisations se composent de câbles souterrains isolés au papier et recouverts de plomb. Cette installation qui a été poussée très activement reviendra à 121 000 livres et pourra facilement accepter jusqu'à 5000 abonnés.

La corporation de Manchester ainsi qu'un certain nombre d'autorités locales du voisinage se sont réunies pour s'entendre sur la coopération et la co-exploitation d'un réseau téléphonique municipal.

La corporation de Portsmouth a également décidé d'installer un réseau téléphonique et cette semaine elle désigne les adjudicataires pour la pose des diverses lignes et la fourniture des appareils et du matériel.

CHRONIQUE

La nouvelle lampe à incandescence Gülcher pour mineurs.

M. Gülcher a donné à sa lampe une tension de 8 volts et il l'alimente au moyen d'une petite batterie d'accumulateurs de quatre éléments. L'ensemble ne pèse que 3.2 kg; ce seul chiffre suffit pour montrer que l'inventeur a utilisé un accumulateur relativement très léger. La nouvelle lampe peut se porter à la main ou encore à l'aide d'une courroie, sur le côté ou sur la poitrine. Malgré son poids, elle offre de grands avantages sur les lampes ordinaires à essence, au point de vue de la sécurité et de l'éclairement Son aspect extérieur rappelle celui des lampes à essence. La batterie, de forme cylindrique, renferme quatre éléments comme nous l'avons déjà dit. Les plaques sont constituées par une sorte de treillis en fil de plomb dans lequel est appliquée la matière active. La batterie peut alimenter une lampe de 8 volts pendant 10 à 11 heures; son pouvoir éclairant est double de celui des lampes à essence et il est largement suffisant pour les travaux souterrains. La nouvelle lampe donne un simple point lumineux; sa durée est de 150 à 200 heures. Son prix de revient ne semble pas être supérieur à celui des lampes à essence. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES



SUR LES RHÉOSTATS LIQUIDES

On sait que les rhéostats liquides ordinairement employés ne comportent pas d'organes compliqués, et qu'ils se composent simplement de deux plaques métalliques immergées dans un baril rempli d'eau. Tantôt ces deux plaques sont également mobiles et séparées par un intervalle constant ; alors on obtient les variations voulues de résistance en modifiant les surfaces d'immersion. Tantôt l'une des plaques est fixe au fond du baril, tandis que

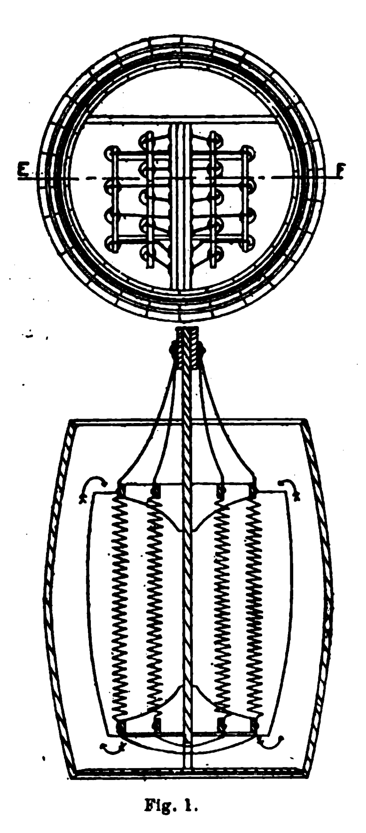


Fig. 1.

l'autre mobile y est plus ou moins immergée profondément et la distance qui les sépare est réglée à volonté (1). L'eau est additionnée de sel marin, de sel ammoniac ou d'une substance quelconque qui en augmente la conductibilité, mais qui, en outre, donne lieu malheureusement à des actions électrolytiques venant troubler l'exactitude des indications. C'est ainsi qu'au début du fonctionnement, surtout, les variations sont très accentuées ; la résistance décroissant brusquement d'abord, l'ampèremètre accuse un chiffre très élevé qui diminue rapidement au bout de quelques minutes pour prendre enfin une valeur plus constante.

Des essais récents réalisés en Amérique par M. Parks Rucker et publiés dans l'*American Electrician* lui ont permis de déterminer ces variations. Il opéra sur trois rhéostats liquides contenant chacun 4,5 litres d'eau additionnés : dans l'un, de sel marin ; de sel ammoniac dans l'autre et de carbonate de soude dans le troisième. Les électrodes se composaient de deux plaques de fer plongées verticalement dans le liquide et mesurant 7 × 10 cm avec 4 mm d'épaisseur et distantes de 8 cm l'une de l'autre. Avec une tension de 110 volts, l'ampèremètre qui accusait au début 15 ampères, monta jusqu'à 50 et 60 ampères pendant les 10 premières minutes pour retomber ensuite à 20 ampères 3 minutes après, et se main-

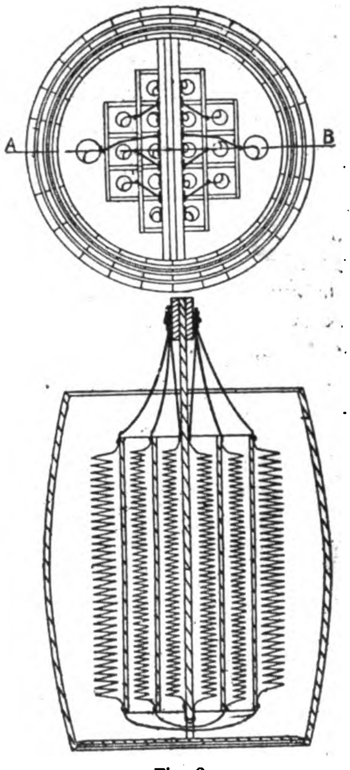


Fig. 2.

tenir enfin entre 30 et 10 ampères selon la solution aqueuse.

Mais cette constance n'existe que pour une intensité assez faible, car, dès que le courant qui traverse le rhéostat est suffisant pour provoquer le bouillonnement du liquide, la résistance varie alors presque continuellement, et cela dans des limites très larges, qu'il est difficile de réduire, sinon impossible, même par l'adjonction d'un courant d'eau froide. La capacité pratique d'un rhéostat liquide ordinaire est limitée à environ 100 ampères sous 110 volts, soit 15 chx, et encore faut-il pour cela que le récipient contienne 180 litres d'eau, de telle sorte que, dans une installation quelque peu considérable, l'usage forcé d'un grand nombre de ces rhéostats deviendrait encombrant et peu réalisable.

(1) Voir l'*Electricien* 1898, 1er semestre, p. 273.

M. Parks Rucker imagina alors une heureuse combinaison de résistance ordinaire et de résistance liquide et, après une longue suite de recherches exécutées au laboratoire de l'Institut de Drexel, il obtint des résultats exceptionnellement bons. Dans une première expérience, un fil de fer galvanisé n° 14 (1,6 mm), long d'environ 4,50 m enroulé en spirale fut immergé dans 45 litres d'eau et put absorber 200 ampères sous 110 volts pendant un temps assez long au bout duquel l'eau bouillonnait à peine. Il faut en effet remarquer que le fil ne brûle que si l'intensité et l'échauffement deviennent assez grands pour former une gaine de vapeur autour de ce fil empêchant ainsi le liquide de dissiper par convection la chaleur développée.

A la suite de ces expériences, M. Rucker construisit des rhéostats liquides en adaptant des fils enroulés en spirale au lieu de plaques métalliques. La figure 1 représente un premier modèle. Un baril d'une contenance de 180 litres environ est divisé en trois compartiments dont l'un est réservé à la circulation de l'eau. Dans chacun des deux autres compartiments, se trouvent 9 bobines de 1,50 m de longueur faites de fil n° 12 (2,05 mm) en fer galvanisé long de 12,10 m, et dont les spirales présentent 0,031 m de diamètre. La résistance de ces bobines à froid est de 0,55 ohm et de 0,737 ohm lorsque, immergées, elles supportent 145 ampères. Les électrodes sont distinctes pour chaque bobine et une épaisseur de 0,07 m d'eau au moins recouvre leur partie supérieure. Des petites bandes de bois les séparent les unes des autres, les maintiennent fixes et empêchent qu'elles ne viennent à tomber ou simplement à se toucher. On emploie des commutateurs bipolaires pour les mettre hors circuit, car il se produirait des effets électrolytiques si l'on se servait d'un conducteur commun pour les relier ensemble.

Lorsque l'eau commence à s'échauffer, il se produit une circulation de liquide dans le sens indiqué par les flèches.

Ce rhéostat a été soumis dans une station génératrice à un essai de 10 heures. On avait employé seulement cinq bobines, chacune absorbant 145 ampères sous 107 volts, soit 77 575 watts en tout. Un afflux d'eau fraiche intermittent était envoyé dans le baril au moyen d'un réservoir élevé de 4,50 m et d'un tuyautage de 9 mm de diamètre et pendant tout le temps du fonctionnement, l'eau ne bouillonna pas. Les quatre autres bobines étaient tenues en réserve, mais on ne s'en servit pas. M. Rucker calcule donc que sans échauffement excessif, on aurait pu faire absorber à ce rhéostat un total de 1300 ampères sous 107 volts soit environ 186 chevaux.

Dans un autre essai, ce même rhéostat supporta une charge de 725 ampères sous 115 volts pendant huit heures et 870 ampères pendant une heure sans aucun inconvénient; il présenta une constance absolument remarquable. A la suite de ces deux essais, on constata que le diamètre des fils avait diminué d'environ 1/10 de mm; diminution qui était due évidemment à des courants transversaux s'établissant entre les bobines et cela était surtout marquant aux points voisins des extrémités, tandis que les parties centrales étaient indemnes.

M. Rucker fut alors amené à modifier quelque peu ce premier type. Dans un baril de même contenance (fig. 2) que le précédent, il dispose deux grands compartiments, mais chacun d'eux était subdivisé en huit plus petits d'environ 20 cm², surface suffisante pour contenir chaque bobine et une bonne circulation d'eau. On empêchait ainsi la formation des courants transversaux. Les bobines qui étaient ainsi immergées dans ces petits compartiments se composaient de fil de fer galvanisé n° 14 (1,6 mm) de 22,60 m de longueur et une neuvième bobine de fil n° 12 (2,05 mm) de 24,30 m de long qui se trouvait dans chacun des compartiments ouverts. Les connexions étaient semblables à celles du premier dispositif. Le fonctionnement fut excellent, le rhéostat supporta sans difficulté 800 ampères sous 280 volts, soit près de 247 chx.

L'eau était au démarrage à la température de 10° C; un jet d'eau fraiche de 0,019 m de diamètre suffit à maintenir le tout à une température suffisamment basse. Si les barils sont montés sur un banc de bois de quelque hauteur de 0,30 m à 0,40 m par exemple, on peut, sans crainte de mise à la terre, provoquer une circulation d'eau raisonnable, car un jet d'eau pure de 6 cm² de section et de 0,30 m de long présente une résistance de plus de 14 000 ohms. Il ne faut pas oublier que plus la circulation d'eau sera abondante et plus le rhéostat sera puissant et durable, car cette eau emmène les particules métalliques détachés des fils ainsi que les autres substances et maintient les bobines propres et froides.

Pour faire mieux ressortir les différentes longueurs de fil employés dans les rhéostats ordinaires et les rhéostats à bobines immergés sur des circuits à 110 volts, nous extrayons des tables dressées par M. Rucker les chiffres suivants dont la concision éloquente rend inutile tout autre commentaire.

Dimension du fil jauge B. et S.	Longueur dans l'air.	Longueur dans l'eau.
20	181,03 m	7,61 m
19	190,78	8,21
18	205,11	8,81
17	216,39	9,14
16	228,58	9,74
15	240,78	10,34
14	256,02	10,96
13	270,03	11,57
12	286,80	12,19
11	301,74	12,79

Dimension du fil jauge B. et S.	Longueur dans l'air.	Longueur dans l'eau.
10	321,23	13,71
9	336,17	14,31
8	412,66	17,66

Georges DARY.

LES JEUX D'ORGUE ÉLECTRIQUES

(*Suite et fin*) (1).

L'appareil dont nous venons de donner la description complète représente la solution générale du problème des jeux de lumière.

Il est des cas où il est inutile d'avoir à sa disposition un instrument aussi complexe qui nécessite la présence constante d'un électricien pour sa manœuvre, par exemple, quand les jeux de lumière doivent être reproduits d'une façon systématique à intervalles réguliers comme dans un panorama, un diorama, des fontaines lumineuses, etc.; le problème, dans ces cas spéciaux, devient beaucoup plus simple. Il a été résolu de la façon suivante.

Ce jeu d'orgue est complètement automatique; il se compose de rhéostats identiques à ceux employés dans le jeu d'orgue précédemment décrit, mus chacun par un petit moteur dont la mise en marche et les arrêts sont commandés par un appareil rotatif spécial qui

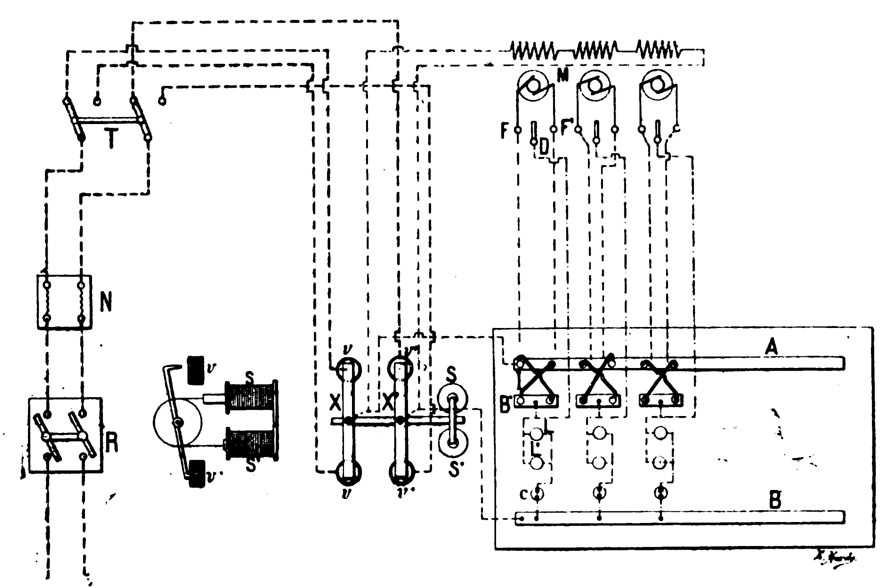


Fig. 1.

effectue un tour dans le temps correspondant à la durée de l'effet. Chaque tour de cet appareil reproduit bien entendu dans le même ordre et dans le même temps les mêmes jeux de lumière qui, par suite, peuvent être répétés indéfiniment.

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement les dispositifs employés pour réaliser la commande automatique des rhéostats.

M représente un moteur de rhéostat avec son excitation séparée montée en série avec deux autres moteurs semblables. Le circuit de ces inducteurs de moteurs forme un circuit spécial tout à fait indépendant.

Les mises en marche, arrêts ou renversements du moteur, nécessaires pour réaliser les jeux de lumière sont obtenus en agissant uniquement sur l'induit de chaque moteur.

A et B sont les barres d'alimentation de ces induits. A est une barre de fer qui porte un nombre approprié de paires de godets destinés à contenir du mercure. B est une barre de cuivre sur laquelle sont disposées des bornes d'attache qui permettent de relier cette barre, aux coupe-circuits *c* et, par l'intermédiaire des lampes témoin L', aux barrettes B'. Chacune de ces barres intermédiaires B' est affectée à un moteur et porte deux godets à mercure semblables à ceux montés sur les barres A.

Entre la barre A et les barrettes B' sont disposés des inverseurs de courant I à l'aide desquels on peut faire tourner les moteurs dans l'un ou l'autre sens. Ces inverseurs sont constitués

(1) Voir l'*Electricien* du 6 avril 1901, page 201 et du 27 avril, page 257.

par deux tiges en fer coudées à angle droit à leurs extrémités et disposées en croix comme le montre la figure 1. Ces tiges sont isolées électriquement entre elles et chacune est reliée par un fil isolé à une des bornes de l'induit. L'ensemble du croisillon de l'inverseur I peut osciller autour d'une axe horizontal perpendiculaire à la direction des barres A et B de façon à ce que les extrémités des deux tiges viennent plonger simultanément dans les deux godets de droite des barres A et B' ou dans ceux de gauche. On voit facilement en examinant le schéma, que, suivant le cas, le courant traverse l'induit des moteurs, soit dans un sens, soit dans le sens opposé. Si le croisillon I reste dans la position intermédiaire, auquel cas les quatre extrémités

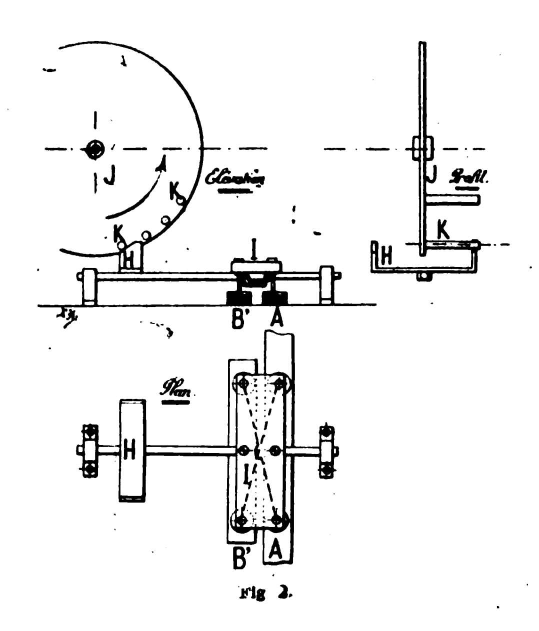


Fig 2.

plongent dans les quatre godets correspondants, l'induit est en court-circuit.

Le jeu de cet inverseur commande par suite le sens de marche de ces moteurs, la mise en marche et l'arrêt.

D est une lamelle de cuivre montée sur l'arbre du rhéostat tournant de telle manière qu'elle vienne buter sur l'une des bornes F ou F' du moteur de commande quand ce rhéostat est à fin de course. Cette lamelle étant reliée à B sert à provoquer l'arrêt du moteur par mise en court-circuit de son induit.

La manœuvre automatique de l'inverseur I, dont dépendent la mise en marche dans l'un ou l'autre sens et les arrêts du moteur entre les deux positions extrêmes du rhéostat, est obtenue, comme nous l'avons dit, par un appareil spécial.

Cet appareil est constitué par une série de disques J embrochés sur un axe horizontal parallèle aux barres A et B (fig. 2). Chacun de ces disques est percé de trous à sa périphérie dans lesquels on peut introduire des fiches K qui émergent de la surface du disque sur l'une ou l'autre de ses faces.

La commande des inverseurs I par les fiches K se fait de la façon suivante. L'axe d'oscillation de chaque inverseur porte une butée H ayant la forme indiquée par la figure et qui est disposée pour venir se présenter sous les fiches K. Quand le disque J tourne dans le sens de la flèche par exemple et qu'une fiche K se présente, celle-ci, en franchissant le plan incliné taillé sur la pièce H, repousse cette pièce en provoquant ainsi une rotation de l'arbre de l'inverseur. Le sens de cette rotation est différent suivant que la fiche est sur l'une ou l'autre face du disque correspondant et par suite la position de cette fiche suffit à déterminer le sens de rotation du moteur que commande le disque J.

Quand aucune fiche n'appuie sur la pièce H, un ressort ramène cette pièce dans sa position de repos; l'induit du moteur est alors en court-circuit.

Avec une série de disques tels que J garnis de fiches K convenablement réparties, nous pouvons donc commander un nombre égal de circuits de lampes qui seront soumises aux variations d'intensité lumineuse désirées pendant une durée déterminée et au moment prévu; il faut que nous puissions maintenant prolonger ou arrêter un effet quand il est nécessaire et aussi arrêter l'ensemble de l'appareil.

Ce résultat est obtenu en agissant sur le circuit qui amène le courant aux moteurs.

Ce courant passe successivement par un interrupteur principal R (fig. 1), un coupe-circuit bipolaire N et un commutateur bipolaire à 2 directions T avant d'arriver aux barres de distribution A et B.

Pour réaliser l'automaticité de la fermeture et de la rupture de ce circuit, on a intercalé, entre le commutateur T et les barres, un commutateur à bascule constitué par quatre godets en fer *vv'* contenant du mercure et 2 tiges XX' qui peuvent osciller autour d'un axe horizontal; les godets *vv'* sont reliés chacun à l'un des quatre plots du commutateur bipolaire à deux directions T et l'axe qui commande les tiges XX' porte une poulie sur laquelle s'enroule une cordelette supportant les deux noyaux de fer du solénoide SS'.

Si les tiges XX', qui alimentent également le



moteur de l'arbre des disques J, plongent dans les godets reliés au circuit, les inducteurs des moteurs qui entraînent les rhéostats ainsi que les barres A et B d'alimentation des induits seront branchés sur ce circuit; si elles sont au contraire plongées dans les deux autres godets, le circuit sera rompu et les moteurs s'arrêteront, quelle que soit la position des inverseurs I.

Pour obtenir ces deux positions, il suffit d'envoyer un courant dans l'un ou l'autre des deux solénoïdes S et S′. A cet effet, un disque spécial est monté sur le même arbre que les disques J qui commandent les inverseurs I; il agit au moment voulu sur des cames qui actionnent l'un ou l'autre des solénoïdes.

Quand l'appareil est ainsi arrêté par la manœuvre automatique de l'interrupteur à bascule XX′, il suffit pour le remettre en marche de

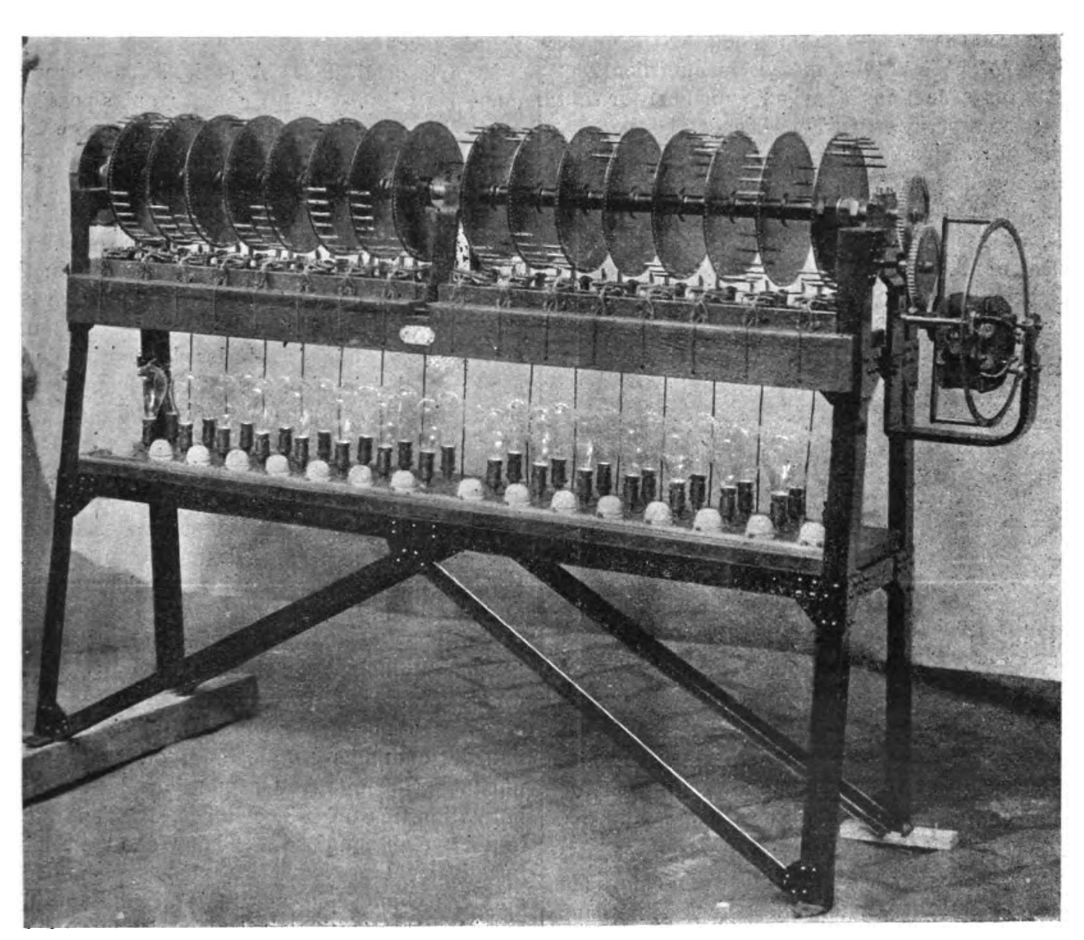


Fig. 3.

manœuvrer à la main le commutateur T de façon à relier au circuit les godets de l'interrupteur XX′ qui sont opposés à ceux précédemment branchés et tout l'ensemble se mettra en marche de nouveau jusqu'à ce que le deuxième solénoïde, actionné à son tour, provoque l'arrêt en ramenant les différents organes de l'appareil à leur position primitive.

Le commutateur bipolaire à deux directions T, qui peut être placé en un endroit quelconque, réalise donc la commande à distance de l'appareil.

Pour prévenir de l'arrêt de l'appareil l'agent chargé de la manœuvre de ce commutateur, il suffit de disposer une lampe témoin entre les deux barres A et B.

La figure 3 est une vue d'ensemble des disques J et des commutateurs inverseurs I qu'ils commandent. On voit sur la droite le moteur qui entraîne les disques; à gauche, le disque qui porte les contacts destinés à fermer le circuit sur les solénoïdes S ou S′; en avant des disques J sont les inverseurs I et en dessous sont disposées les lampes témoin.

A. Bainville

THÉORIE

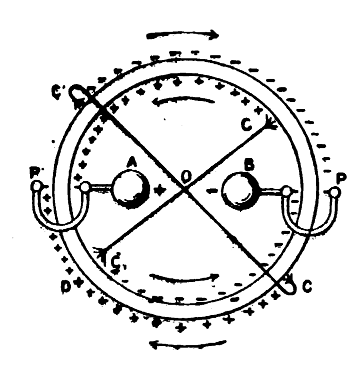
DE LA MACHINE DE WIMSHURST

SANS SECTEURS (1)

De nombreuses théories ont été proposées pour expliquer le fonctionnement de cette machine statique; mais aucune ne rend compte de tous les phénomènes observés, soit pendant l'amorçage, soit pendant la marche de la machine. Celle que je vais exposer n'a pas les mêmes inconvénients, et toutes les déductions que l'on peut en tirer sont exactement vérifiées par l'expérience.

Considérons une machine à plateaux ou à cylindres, par exemple le modèle construit par Bonetti, avec ses conducteurs diamétraux CC′ et CC_1, et ses doubles peignes P et P′ reliés aux collecteurs A et B.

Pour amorcer la machine dont les cylindres ou



les plateaux d'ébonite tournent en sens inverse, comme l'indiquent les flèches, il suffit d'appuyer le doigt bien sec, ou mieux recouvert d'or mussif, sur un des cylindres ou plateaux, en face des balais de l'un des conducteurs diamétraux C_1, par exemple. L'expérience montre qu'alors le pôle positif va se fixer sur le collecteur A situé dans le sens de la rotation du cylindre sur lequel le doigt est appuyé.

Sous l'influence du frottement exercé par l'épiderme sec sur l'ébonite, le corps frotté s'électrise négativement, tandis que le corps frottant, l'épiderme, s'électrise positivement; cette charge positive qui se trouve en face du balais C_1 provoque un phénomène d'influence qui a pour conséquence de faire écouler par ce balai C_1 de l'électricité négative sur le cylindre intérieur. Cette électricité négative est transportée dans le sens de la rotation, d'abord en face du balai C, puis en face du peigne P, organes sur lesquels elle agit par influence. Au niveau du balai C, il va y avoir écoulement d'électricité positive, laquelle sera transportée par le cylindre extérieur dans le sens de la flèche vers le peigne P′ qui sera soumis à l'influence de charges positives. Les peignes P et P′ se trouvent ainsi respectivement en présence d'électricité négative, d'une part, et d'électricité positive, d'autre part.

Les phénomènes d'influence qui vont immédiatement se manifester auront donc pour conséquence de développer une charge négative sur le collecteur B et une charge positive sur le collecteur A, ce qui est déjà en parfait accord avec l'expérience.

Mais les collecteurs A et B, il faut le remarquer, sont isolés, et les charges qu'ils possèdent créent un champ donnant naissance encore à des phénomènes d'influence : le conducteur B va agir sur les balais C et C, les plus rapprochés de lui, et par ces balais s'écouleront des charges positives qui, étant entraînées par les cylindres ou les plateaux dans le sens des flèches, iront par induction augmenter la quantité d'électricité positive contenue sur le collecteur A ; de même le collecteur A agira sur les balais C′ et C_1, les plus voisins de lui, et par ces balais s'écouleront des charges négatives qui, grâce au sens de rotation des cylindres ou des plateaux, iront augmenter par induction, en passant entre le double peigne P, la quantité d'électricité négative contenue sur le collecteur B.

Le fonctionnement de la machine est maintenant établi et les charges des collecteurs vont en croissant de plus en plus jusqu'à l'obtention du régime permanent.

Pour s'assurer de l'exactitude de la théorie que je viens d'indiquer, on peut la soumettre à différentes épreuves :

1° Au lieu d'amorcer en appuyant le doigt sur l'un des cylindres ou plateaux, on peut utiliser une lame d'ébonite frottée que l'on place pendant la rotation très près du cylindre et à l'endroit où le doigt était appliqué. La lame étant électrisée négativement provoque les mêmes phénomènes d'influence que l'épiderme, mais en sens contraire; aussi le pôle négatif doit-il alors s'établir en A et le pôle positif en B. C'est ce que l'expérience confirme exactement.

2° Si les choses se passent comme il a été expliqué plus haut, on doit pouvoir amorcer et faire fonctionner la machine quand les balais C′ et C_1 ont été enlevés. C'est encore ce que l'expérience vérifie. Dans ces conditions, le débit n'est pas diminué autant qu'on pourrait le croire a *priori*; à l'aide de la bouteille électrométrique de Lane, j'ai trouvé qu'à *vitesse de rotation égale* on obtiendrait vingt-neuf étincelles en deux minutes, la machine étant munie de tous ses balais, et vingt et une étincelles, les balais des extrémités C′ C_1 des conducteurs diamétraux étant enlevés.

BORDIER.

(1) Note présentée à l'Académie des sciences le 25 mars 1901.



LA THÉORIE ET L'EMPLOI DU WATTMÈTRE

POUR LA MESURE DE LA PUISSANCE DES COURANTS ALTERNATIFS

(*Suite et fin*) (1)

Emploi des transformateurs avec les wattmètres. — Pour se servir des wattmètres sur les circuits à haute tension, on les construit quelquefois avec un transformateur dans le circuit dérivé; la nouvelle forme étudiée par M. Mordey en est un exemple. Ces instruments sont très commodes et transportables; ils sont assez exacts sur des circuits ayant un facteur de puissance élevé; mais pour le cas des faibles facteurs de puissance, ils sont plus qu'inutiles. Si le courant, dans le secondaire du transformateur, était rigoureusement à 180 degrés de la différence de potentiel primaire, l'instrument pourrait donner des indications assez exactes; mais une erreur de 1 degré dans cet angle, avec un retard voisin de 90 degrés, correspondent à une erreur de 0,0175 dans le facteur de puissance (presque l'indication totale, dans les mesures des diélectriques). Comme l'angle peut différer de 3 ou 4 degrés, les lectures n'ont plus aucune signification. Pour le cas des hautes tensions, le seul moyen consiste à employer une forte résistance non inductive et sans capacité mise en série avec la bobine dérivée.

Construction de wattmètres exacts. — Après avoir examiné les erreurs auxquelles peuvent donner lieu les lectures au wattmètre, ainsi que les corrections correspondantes, il est facile de voir comment on peut construire un instrument dans lequel ces erreurs sont entièrement éliminées. Plusieurs de ces conditions sont bien connues, mais elles sont si généralement négligées dans les appareils du commerce, qu'une énumération concise ne sera pas inutile.

a) La self-induction et la capacité du circuit dérivé doivent être faibles en comparaison de sa résistance. Pour mesurer à 1/1000ᵉ près un facteur de puissance sur un circuit à 100 volts, nous avons vu que R en ohms doit être au moins 628 000 fois L en henrys. L'erreur de capacité égale KRp; pour qu'elle n'excède pas 1/1000ᵉ, K ne doit pas être plus grand que $\frac{0,001}{Rp}$.

Pour satisfaire à la première de ces conditions, *les forces en jeu dans l'appareil doivent être faibles*. Les wattmètres à pivot et à déviation, tels que ceux du type Weston, ne peuvent pas être exacts aux faibles facteurs de puissance, le frottement du pivot exigeant une force assez grande, ce qui conduit à une self-induction élevée. Pour éviter les erreurs de capacité, il faut, comme nous l'avons vu, diviser la résistance non inductive en un certain nombre de bobines séparées. Nous avons montré que l'effet de la capacité étant opposé à celui de la self-induction, ces deux quantités peuvent être relativement grandes, si elles s'équilibrent l'une l'autre. C'est ce qu'on a souvent fait ou proposé; mais l'opinion formelle de l'auteur est que, cela étant facile, on doit éliminer séparément chacune des erreurs pour obtenir un résultat précis. L'équilibrage des erreurs paraît plus facile sur le papier qu'en pratique. On peut toutefois réaliser un instrument assez exact, pour un usage général, en shuntant la résistance non inductive par un condensateur, tel que $Kr'^2 = L$.

b) Il faut éviter l'induction mutuelle entre la bobine dérivée et la bobine en série. Ceci se trouve toujours réalisé lorsque les bobines sont à angle droit, comme dans la plupart des wattmètres; mais dans la balance Thomson, les bobines sont parallèles et il existe entre les circuits une forte induction mutuelle. On peut tenir compte de son effet, mais il paraît préférable de se débarrasser de cette source d'erreur additionnelle en plaçant simplement les bobines à angle droit, et en faisant la lecture, non pas par déviation, mais à l'aide d'une tête de torsion.

c) Il faut éviter les courants de Foucault en supprimant tout métal au voisinage des bobines, même les vis. Il ne faut jamais employer de cages en laiton.

Description du wattmètre employé à l'Institut de Northampton. — La figure 4 montre la construction du wattmètre étudié par l'auteur pour les laboratoires de l'Institut de Northampton et construit par son assistant, M. G. Marinier. Il a été trouvé tellement satisfaisant qu'on construit d'autres appareils semblables. Les bobines principales M sont au nombre de deux, chacune ayant 10 tours de 8 fils de 1,6 mm, les 8 fils étant très soigneusement câblés ensemble de façon que chaque circuit ait le même effet magnétique sur la bobine dérivée. Les 32 extrémités sont amenées à deux séries de chacune 16 godets de mercure, avec deux canaux disposés parallèlement. Cette disposition présente deux grands avantages : en premier lieu, les bobines peuvent être instantanément reliées suivant n'importe quel groupement, en série ou en parallèle, de façon que l'instrument peut donner des indications exactes pour des courants variant de 1/10 d'ampère à 100 ampères; en second lieu, le câblage évite les courants de Foucault dans la masse même du cuivre. Il faut prendre grand soin que tous les circuits soient identiques comme résistance et comme self-induction, afin d'éviter les réactions entre les bobines lorsqu'elles sont groupées en parallèle.

La bobine en dérivation S est formée de 300 tours de fil de 6/100 de mm, et ses dimensions sont 76 × 51 mm. Sa résistance avec les fils de

(1) Voir l'*Électricien*, n° 540, page 273.

suspension est de 555 ohms et sa self-induction de 7 millihenrys. Cette bobine est suspendue par un fil rond de 6/100 de mm (pas une bande), la longueur du fil supérieur étant de 30 cm et celle du fil inférieur de 15 cm. La suspension est toujours tendue entre des contacts à ressorts. On a trouvé que le fil rond donne une meilleure proportionnalité et une fixité du zéro plus parfaite que la bande plate. Ceci tient probablement à ce qu'il est très difficile de monter une bande, suivant son axe, assez parfaitement pour qu'elle n'ait pas de tendance à se boucler sous une forte torsion. Avec cette suspension, on peut tourner le tambour de 360 degrés

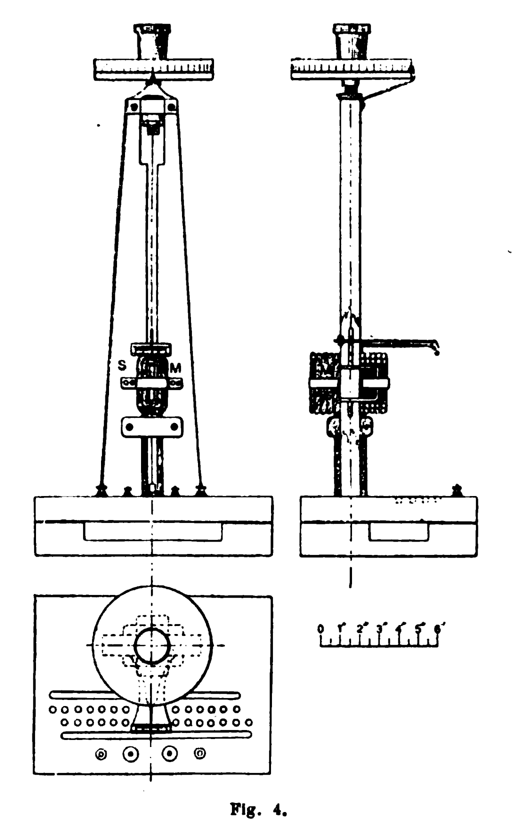


Fig. 4.

dans l'une ou l'autre direction et le zéro ne bouge pas d'une fraction de degré, même lorsque la suspension a été récemment posée. Le socle et les supports de l'appareil sont en teck verni, les bobines sont fixées par des tasseaux de bois ou de fibre. Il n'y a aucune pièce de métal, quelle qu'elle soit, dans le voisinage du champ des bobines. Afin de faciliter les lectures, le tambour de torsion est très grand, sa circonférence étant de 500 mm. Les divisions (millimètres) sont marquées sur la partie tournante, de sorte que les chiffres à lire se présentent toujours devant l'œil. Pour assurer la position du zéro, on aurait pu employer un miroir réfléchissant; mais on est arrivé à une exactitude suffisante en employant un index léger en aluminium, mobile devant une échelle tracée sur un miroir. Un couvercle de carton, non représenté sur les figures, et pourvu d'une fente pour la lecture, sert à mettre l'instrument à l'abri des courants d'air. La sensibilité de l'instrument est telle qu'en l'employant avec 100 000 ohms en série sur le circuit en dérivation, il donne une déviation d'environ 1 mm par watt, sur le tambour, les bobines fixes étant reliées en série. La résistance extérieure employée jusqu'ici comprenait 10 bobines d'environ 10 000 ohms chacune.

La capacité serait d'environ $1,6 \times 10^{-11}$ farad. Kr serait $1,6 \times 10^{-6}$ et Krp à la fréquence 100, serait 10^{-3}. La plus grande erreur possible due à la capacité avec un courant sinusoïdal serait 0,001. La self-induction étant de 7 millihenrys, $\frac{Lp}{R} = 7 \times 628 \times 10^{-8}$, ou $4,5 \times 10^{-5}$ serait l'erreur maximum due à la self-induction. Comme l'effet de la capacité n'est pas négligeable, on construit une autre résistance de 100 bobines de 1000 ohms chacune, ce qui réduit la capacité au 1/100 de sa valeur actuelle. Ces bobines sont enroulées dans des encoches sur une feuille d'ébonite, disposition déjà employée pour de fortes résistances. Cette résistance servira sur des circuits à 2000 volts, et la puissance absorbée (40 watts) étant répartie sur 100 bobines, ne causera pas d'échauffement exagéré.

Comme les boites de résistance ordinaires ne peuvent être utilisées avec les circuits à haute tension, l'auteur a d'abord employé une résistance liquide proposée par son assistant, M. A.-C. Jolley. Elle consiste dans une solution à 5 0/0 d'iodure de cadmium dans l'alcool amylique, avec des électrodes en cadmium. Un tube d'environ 15 cm de long et 13 mm de diamètre donne une résistance d'environ 1 mégohm, la disposition étant commode et peu coûteuse. Toutefois, si l'on a une intensité appréciable, la résistance diminue avec l'échauffement, de sorte qu'il est bon de la vérifier fréquemment.

En terminant, l'auteur exprime des doutes sur l'exactitude des rendements ordinairement publiés sur les transformateurs et les moteurs à faible charge, en raison de la facilité avec laquelle on peut commettre des erreurs avec de faibles facteurs de puissance. De toutes les méthodes qu'on peut employer pour ces mesures, deux seulement sont de quelque valeur pour les faibles facteurs de puissance : la méthode du wattmètre et celle de l'électromètre, récemment remise en vigueur par M. Addenbrooke. Cette dernière est exempte des erreurs d'induction et convient particulièrement sur les circuits à haute tension. Les électromètres sont toutefois sujets à nombre d'erreurs particulières et l'auteur doute que, en particulier aux basses tensions, ils puissent donner des mesures précises.

Charles W. Drysdale.

LES TORPILLEURS SOUS-MARINS
DE LA MARINE ANGLAISE

En présence de l'activité dont nos constructions navales font preuve dans la mise à exécution des différents types de torpilleurs sous-marins, l'Angleterre qui, jusque-là, était restée rebelle à tout progrès, commence à s'émouvoir et comprend qu'elle doit, elle aussi, compter, dans sa flotte de guerre, quelques unités de ce genre. Après avoir déclaré, à maintes reprises, l'inutilité des sous-marins pendant le combat, l'amirauté anglaise modifie aujourd'hui grandement son opinion première à ce sujet et en affirme au contraire la nécessité absolue.

Notre confrère de Londres, *Engineering*, qui est le premier journal technique à parler de cette nouvelle résolution, énumère avec détails les raisons qui militent aujourd'hui en faveur des sous-marins : « Pour l'attaque d'une flotte, par exemple, pour le blocus d'un port, quoi de plus efficace qu'un torpilleur sous-marin? Et si même l'on ne doit considérer ces bateaux que comme un moyen de défense, ajoute *Engineering*, et que notre tactique navale réside surtout dans l'offensive, l'œuvre des torpilleurs sous-marins est encore nécessaire dans nos stations de charbon et dans nos ports coloniaux, sinon dans tous les ports d'Angleterre, et il est absolument indispensable de posséder des sous-marins pour que la défense maritime des côtes et leur intégrité restent complètes. »

Et à l'appui de cette raisonnable théorie sont cités les avis successifs des amiraux américains O'Neil, Farquhar, Dewey; ce dernier, entre autres, affirme que si les Espagnols à Manille avaient eu à leur disposition deux sous-marins, il n'aurait jamais pu venir à bout de leur escadre; l'effet moral seul de ces engins étant de beaucoup plus considérable que celui des torpilles simples, des torpilleurs ordinaires et des mines sous-marines isolées. Car, disons-le, dès maintenant, l'amirauté anglaise, n'ayant pas le loisir de faire étudier un type spécial de sous-marin et ne possédant peut-être pas les éléments techniques nécessaires, s'est contentée de s'adresser en Amérique, aux Etats-Unis, et leur a acheté le droit de reproduire le *Holland* à cinq exemplaires, modifiés et perfectionnés peut-être, à la vérité, mais présentant les mêmes principaux organes. MM. Wickers et Maxim sont chargés de cette construction.

C'est pourquoi, on est persuadé, en Angleterre, que le *Holland* possède toutes les qualités désirables. « Il est admis, dit *Engineering*, que le *Holland* est le meilleur type de sous-marin qui ait été construit, et le fait même que la France a établi trois modèles différents semble démontrer que le *Narwal* et le *Gustave Zédé* ne sont pas la perfection ». Et il cite quelques extraits du rapport officiel présenté à la suite des essais définitifs du sous marin américain, rapport inspiré par l'amiral Hitchborn, le directeur des constructions navales des Etats-Unis : « La direction est excellente dans le plan vertical et peut se maintenir à quelques centimètres près de profondeur; l'émersion, l'immersion, s'effectuent en un très court espace de temps, et la direction horizontale s'obtient avec autant de facilité que sur un bateau ordinaire. La vision seule est toujours limitée. Quant à l'équipage, il trouve à bord le confort nécessaire et la sécurité absolue dans ses manœuvres, tant pendant l'immersion que pendant la navigation à la surface ». En résumé, si le *Holland* n'est pas la perfection même, il est, paraît-il, aussi parfait qu'on peut le désirer, et c'est sur cette conclusion optimiste que l'Angleterre a pris la décision d'en construire cinq semblables, pourvus de tous les perfectionnements nouveaux que l'art moderne pouvait suggérer.

Les dimensions du sous-marin anglais sont les suivantes :

Longueur totale. .	19,30 m
Largeur.	3,58 m
Déplacement total.	120 tonnes.

L'armement comporte un tube lance-torpilles disposé à l'avant, la bouche s'ouvrant à 0,60 m de la ligne de flottaison.

La coque est disposée extérieurement de manière qu'aucun prolongement ni arête ne vienne s'opposer au glissement du bateau dans le milieu liquide et ne puisse s'accrocher dans des obstructions quelconques, cordes ou chaînes. L'épaisseur des plaques de tôle lui permet des immersions de 30 m. De nombreuses cloisons étanches le sectionnent, qui non seulement lui procurent une sécurité complète, mais encore lui assurent une parfaite rigidité de la coque. A la partie supérieure se trouve une sorte de surface plane formant pont extérieur, longue de 10 m et pourvue au centre d'une tourelle de vision à hublots, de 0,80 m de diamètre. Les gouvernails en acier sont supportés par des talons à l'arrière du bateau; ils sont au nombre de quatre : deux horizontaux pour déterminer l'orientation des plongées et deux verticaux pour la direction.

La propulsion du sous-marin à la surface s'obtient à l'aide d'un moteur à gazoline qui permet de franchir une distance de 400 milles à la vitesse de 9 nœuds. Ce moteur est du type spécial pour la marine avec quatre cylindres à simple effet; il fournit 160 chx à 300 révolutions et comme consommation, il dépense par heure et par cheval 0,5 litre de combustible. En essai, ces moteurs ont pu donner 190 chx à 360 tours.

Pendant les immersions, un moteur électrique du type cuirassé remplace le moteur à essence, il imprime au torpilleur une vitesse de 7 nœuds et est alimenté par des batteries d'accumulateurs qui permettent une immersion de 4 heures à 7 nœuds, c'est-à-dire de franchir une distance de 28 milles à cette vitesse. La charge de la batterie s'effectue pendant la navigation à la surface au moyen du moteur à essence. Quelques lampes à incandescence assurent l'éclairage du bord.

On a prévu la navigation dans l'eau douce et dans l'eau de mer et des arrangements spéciaux ont été pris pour assurer un déplacement toujours constant; de même dans le cas du lancement de torpilles, ce qui allège d'autant le sous-marin, la rentrée du volume d'eau correspondant s'effectue automatiquement. La ventilation et la distribution de l'air sont assurées par des réservoirs à air comprimé. Les résidus gazeux provenant du moteur à gazoline sont soigneusement chassés grâce à divers dispositifs ingénieux.

Les appareils à gouverner sont munis de régulateurs automatiques qui empêchent le bâtiment de prendre, pendant la plongée ou durant l'émersion, des positions trop inclinées. Quant aux compas de route, ils ont été, paraît-il, suffisamment compensés pour permettre de garder une bonne et exacte direction dans les immersions. Ordinairement, pour procéder à une plongée, le sous-marin s'enfonce jusqu'à ce que l'eau affleure la tourelle, puis il s'incline sous un très petit angle de manière à reprendre rapidement la position horizontale dès que la profondeur désirée est atteinte. Le tir des torpilles s'effectue dans l'axe.

Tel est sommairement décrit le type de sous-marin adopté par la marine britannique: les travaux de construction sont activement poussés de manière que les cinq torpilleurs sous-marins puissent prochainement concourir à la défense des côtes anglaises déjà si formidablement gardées.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 avril 1901. — M. Mascart présente une note de M. Eugène Bloch intitulée : *Action des rayons du radium sur le sélénium*, dans laquelle l'auteur rappelle que W. Smith a découvert en 1873 que la résistance électrique du sélénium diminue sous l'action de la lumière et que M. Perreau, en 1899, a généralisé cette propriété en montrant que les rayons de Rœntgen produisent sur le sélénium une action tout à fait comparable à celle de la lumière. M. Bloch a recherché comment le sélénium se comportait vis-à-vis des nouveaux corps radioactifs et il a pu mettre en évidence une action des rayons du radium sur le sélénium du même ordre de grandeur que les précédentes, quoique plus lente Il y a dans les expériences effectuées par M. Bloch un argument en faveur de l'idée que les rayons du radium sont formés d'un complexe de rayons cathodiques et de rayons de Rœntgen (1).

M. Potier présente une note de MM. André Broca et Turchini *sur la décharge disruptive dans les électrolytes*. Les auteurs de la note ont observé, au moyen d'oscillations électriques de 350 m à 400 m environ de longueur d'onde, que les propriétés des électrolytes placés sur le circuit de décharge étaient profondément modifiées. Dans des conditions convenables, il jaillit dans les électrolytes très conducteurs des étincelles disruptives extrêmement puissantes qui montrent que, pour des oscillations de cet ordre de fréquence, l'électrolyte se comporte à peu près comme un diélectrique; c'est la raison expérimentale indiscutable de la transparence des électrolytes pour la lumière qui était si difficile à expliquer dans la théorie électromagnétique. MM. Broca et Turchini, après avoir décrit les expériences qu'ils ont faites, constatent qu'ils sont en présence d'un phénomène complexe dans lequel entrent en jeu la conductibilité, la capacité de polarisation et d'autres conditions encore sur lesquelles ils se proposent de revenir ultérieurement. Ils arrivent à cette conclusion que la conductibilité des électrolytes ne s'établit qu'au bout d'un certain temps et que, pour des fréquences suffisantes, les électrolytes sont de purs diélectriques; il est donc naturel qu'ils soient transparents pour la lumière (2).

M. Lippmann présente une note de M. G.-A. Hemsalech *sur les étincelles oscillantes* dans laquelle l'auteur présente les résultats d'expériences qu'il a faites sur les étincelles oscillantes en étudiant leur spectre. Il a observé qu'en insérant dans le circuit de décharge une self-induction qu'on peut faire varier à volonté, on observe qu'avec l'augmentation de self-induction, la forme de l'étincelle devient de plus en plus régulière et la décharge initiale devient de plus en plus faible, de manière que l'étincelle semble consister seulement en vapeur métallique incandescente En introduisant dans la bobine de self-induction un noyau de fer, les oscillations sont détruites; cet amortissement

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 914.
(2) *Ibid.*, p. 915.

paraît dû à deux causes : l'aimantation du fer et les courants de Foucault. Dans le cas du fer, ces deux causes s'ajoutent l'une à l'autre; pour le cuivre, ce sont les courants de Foucault seuls qui interviennent (1).

SÉANCE DU 22 AVRIL 1901. — M. J. Violle présente une note de M. Pierre Weiss *sur un nouveau système d'ampèremètres et de voltmètres, indépendants de l'intensité de leur aimant permanent* (4)

M Lippmann présente une note de M. G.-A. Hemsalech *sur l'influence de la self induction sur les spectres d'étincelles* qui complète la note présentée dans la précédente séance, étude qui a permis à l'auteur de classer les raies des spectres d'étincelles d'après l'action de la self-induction (5).

M. Marey présente une note de M. E. Kœnig *sur les oscillations périodiques produites par la superposition d'un courant alternatif au courant continu dans un arc électrique.* M. Kœnig rappelle d'abord qu'un arc électrique produit par un courant continu entre charbons peut se comporter comme un téléphone. Aussitôt que les conducteurs des lampes sont exposés à des phénomènes d'induction par suite de conducteurs voisins, l'arc subit des modifications, par suite desquelles il se produit un son plus ou moins accentué; par des perfectionnements de dispositif, on a pu arriver à une reproduction claire de la parole. En répétant les expériences, l'auteur a fait quelques recherches sur l'influence de la superposition de courants sinusoidaux au courant continu sur la lumière de l'arc. A cet effet, un transformateur à circuit fermé (de 3 kw) était placé dans un circuit de distribution de 240 volts et 40 périodes. L'enroulement primaire avait 308 tours et le secondaire 85 répartis en cinq sections de 17 tours chacune permettant ainsi d'obtenir des tensions de 13, 26, 39, 52 et 65 volts. En intercalant dans un circuit à courant continu de 120 volts une résistance métallique, une lampe à arc avec régulateur à main et une des sections de 17 tours de l'enroulement secondaire du transformateur, M. Kœnig a constaté, aussitôt la superposition du courant alternatif, que la lumière, jusque-là stable montrait des oscillations lumineuses périodiques se suivant assez lentement pour être perceptibles à l'œil. Tandis qu'en allongeant l'arc, on entendait un son faible correspondant à 40 oscillations par seconde, la période d'oscillation de la lumière était de $\frac{1}{20}$ de seconde environ (estimée à l'aide de la méthode stroboscopique. En augmentant l'intensité du courant périodique, les oscillations lumineuses devenaient plus fortes sans changer de fréquence.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 15 MARS 1901. — *Durée d'émission des rayons Rœntgen.* — M. Brunhes rappelle les expériences effectuées à la Faculté de Dijon et qu'il a déjà communiquées à l'Académie des Sciences (séances des 15 janvier et 9 avril 1900), et expose à la Société les expériences nouvelles qu'il a entreprises à Clermont sur le même sujet.

Les essais pour déterminer la vitesse de propagation des rayons Rœntgen l'ont conduit à la recherche systématique de la durée de l'émission des rayons X par un tube de Crookes actionné par une bobine d'induction.

Il rappelle sa méthode de recherche de la vitesse des rayons X. Elle est fondée sur l'action des rayons sur les potentiels explosifs. Un tube de Crookes envoie des rayons qui doivent déterminer l'étincelle, à deux micromètres distincts P et E, actionnés chacun par une machine électrostatique indépendante Le micromètre P est relié aux armatures intérieures de deux bouteilles de Leyde dont les armatures extérieures, reliées entre elles par une grande résistance (liquide), sont reliées, en outre, à un micromètre secondaire S et en même temps aux deux lames de zinc qui constituent les armatures d'un condensateur de Kerr à sulfure de carbone. Le micromètre E sert uniquement à donner l'étincelle éclairante.

Si les micromètres P et E sont à côté l'un de l'autre et si les étincelles sont simultanées, on observe la biréfringence électrique; on emploie pour cela le dispositif de MM. Abraham et Lemoine.

On peut s'arranger pour que l'étincelle de P, qui est puissante, détermine par sa lumière ultra-violette l'étincelle de E. On observe alors que, si toutes choses restant égales, on éloigne l'excitateur P à 80 mm de E, la biréfrigence diminue. La déviation observée à l'analyseur biréfringent passe de 39 degrés à 21 degrés par exemple. C'est que, lorsque la lumière arrive en E, déterminant l'étincelle éclairante, la différence de potentiel instantanée entre les armatures de zinc a déjà commencé à décroître.

On sépare par un écran de carton les deux excitateurs P et E, et l'on place un tube de Crookes au voisinage. On peut s'arranger de manière que les rayons X issus du tube déterminent simultanément une étincelle en P et en E. En ce cas, la biréfringence observée variera suivant la distance entre P et E Si l'on transporte le support sur lequel sont disposés à la fois le tube de Crookes et l'excitateur P à 80 mm de distance de l'excitateur E après l'avoir placé tout à côté il semble qu'on ait la même diminution de biréfringence que dans le cas où c'était la lumière ultra-violette de P qui provoquait l'étincelle E.

Malheureusement l'expérience réussit trop rarement pour que l'on puisse être affirmatif. On croit, parfois, que les étincelles en P et E éclatent simultanément; et cependant entre les nicols croisés on n'a pas illumination, on n'a pas le phénomène de Kerr.

M Brunhes pense, en effet, que la synchronisation des deux étincelles indépendantes n'est réalisée que lorsque le front de l'onde de rayons X trouve à la fois, en arrivant sur les deux micromètres, les étincelles préparées, et peut ainsi les provoquer du même coup. Mais c'est là un fait exceptionnel. En variant les conditions de l'expérience on se convainc que l'émission de rayons X dure un temps fini, et qu'il peut y avoir ainsi synchronisation à 1/10 000 de seconde près environ, sans qu'il y ait la

(1) *Ibid*, p. 917.
(2) Cette note sera reproduite dans un prochain numéro de l'*Electricien*.
(3) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 959.



synchronisation absolue qui est nécessaire pour qu'apparaisse, dans ces conditions, la biréfringence électrique.

M. Brunhes rappelle ses précédentes expériences, où il évaluait la durée d'émission des rayons X par l'allongement sur l'écran fluorescent des taches lumineuses données par les trous d'un disque tournant, de 50 mm de diamètre derrière lequel est placé le tube producteur de rayons.

Il présente à la Société des photographies sur lesquelles cet allongement est manifeste. Des trous de 5 mm de diamètre, parfaitement ronds sur une épreuve obtenue avec le disque au repos (toujours pour une seule émission de rayons X), donnent quand le disque atteint une vitesse de 1600 à 2000 tours par minute, des taches allongées, étalées dans le sens du mouvement sur une longueur de 4 mm environ. La vitesse absolue du trou variant, d'après les dimensions du disque, de 40 à 50 m par seconde, cela fait une durée d'émission de l'ordre du 1/10 000 au 1/12 000 de seconde.

M. Brunhes a voulu aller plus loin : il a mis en série un micromètre à étincelle et le tube de Crookes sur le secondaire de la bobine, pour comparer la durée de cette étincelle en série avec le tube, et celle de l'émission de rayons par le tube lui-même.

L'étincelle garde, même dans ces conditions, son caractère de phénomène instantané. Elle donne des images de trous très nets, même pour la plus grande vitesse de rotation du disque. Ces trous sont étalés dans le sens latéral, à cause des dimensions de la source de lumière, qui est un filet lumineux de 0,02 à 0,03 cm et qui doit être placée assez près du disque tournant. Mais il n'y a aucun allongement dans le sens du mouvement et les photographies présentées à la Société montrent une identité absolue des images obtenues avec le disque au repos et avec le disque en mouvement.

En variant la résistance intercalée, on a obtenu quelquefois plusieurs images successives, de plus en plus pâles, pour une même étincelle et correspondant à des oscillations. Les images étaient en ce cas nettement distinctes, et chacune d'elles correspondait à un phénomène instantané.

Pendant ce temps, invariablement, le tube de Crookes en série avec l'étincelle n'a cessé de donner une image unique et allongée de la même quantité.

M. Brunhes conclut que, si l'on continue à admettre dans ce cas l'uniformité du courant de décharge, on peut se représenter le phénomène, en disant que l'instant précis où éclate l'étincelle est celui où les molécules gazeuses viennent frapper la cathode dans le tube de Crookes. C'est seulement ensuite que ces molécules seraient repoussées par la cathode, et ce flux de rayons cathodiques qui va s'allongeant et se traînant jusqu'à l'anticathode vient la frapper durant un temps fini.

M. P. Villard dit que les expériences de M. B. Brunhes confirment ses propres résultats relatifs à la durée de l'émission cathodique, à la condition de supposer instantané le phénomène de transformation des rayons cathodiques en rayons X à partir de l'instant du choc cathodique. La durée d'émission des rayons de Rœntgen observée par M. Brunhes serait en réalité la durée de l'émission cathodique.

M. Colardeau donne quelques explications sur les expériences faites par lui en 1896, relativement à la durée d'émission des rayons Rœntgen, expériences auxquelles M. Brunhes a fait allusion dans sa communication.

D'après ces expériences, la durée d'émission des rayons X serait assez considérable et comparable à 1/1000 de seconde. (M. Brunhes trouve, par le dispositif qu'il décrit, un nombre de l'ordre de 1/10 000 de seconde.).

M. Colardeau, qui a depuis cette époque complété ses recherches, mais qui n'en avait pas jusqu'ici, publié les résultats, explique qu'on obtient des effets très différents suivant la manière dont est disposé le circuit de décharge de la bobine.

Si l'on relie directement, comme on le fait d'habitude, le tube de Crookes aux deux pôles de la bobine, il arrive généralement que ce tube est traversé par plusieurs décharges consécutives, même quand on produit une seule interruption du courant primaire. Cela s'explique facilement, comme l'a montré M. Abraham, par ce fait que la quantité d'électricité mise en jeu dans le secondaire par cette seule interruption suffit à porter plusieurs fois de suite les deux pôles de la bobine à la différence de potentiel voulue pour produire une étincelle entre ces pôles. La décharge se répète alors un certain nombre de fois jusqu'à ce que la charge électrique mise en jeu soit entièrement dépensée. C'est l'ensemble de ces décharges, et non chacune d'elles envisagée à part, qui correspond aux valeurs numériques citées plus haut. Comme ces décharges sont suffisamment rapprochées pour que l'œil et l'oreille n'en perçoivent pas la discontinuité, la durée d'émission des rayons X est alors comparable à celle de l'ensemble de ces décharges.

M. Colardeau a mis en évidence cette discontinuité dans la production des rayons X due à une seule interruption du courant primaire, en dirigeant ces rayons sur une plaque photographique tournant rapidement autour d'un axe perpendiculaire à son plan. Une fente étroite, découpée dans une plaque de métal immobile et placée très près de la plaque photographique, limite le faisceau de rayons X. Dans ces conditions, au lieu d'obtenir une seule image de la fente, on en obtient une série, étalées en éventail sur un secteur de plusieurs degrés d'ouverture, dont l'étendue varie d'ailleurs d'une expérience à l'autre. Ces images ne sont pas toutes absolument séparées les unes des autres : l'ensemble donne l'impression qui correspondrait à une décharge fusante présentant de nombreuses alternatives de renforcement et d'affaiblissement. L'aspect de l'image rappelle celui d'un spectre, tel que le spectre solaire, qu'on supposerait étalé suivant un secteur de cercle.

On évite cette complication dans les résultats en intercalant dans le circuit de décharge un petit intervalle d'air permettant la production d'une étincelle et en mettant en dérivation, sur les bornes du secondaire de la bobine, un condensateur dont la capacité est réglée de telle manière que la quantité d'électricité mise en jeu par une interruption du courant primaire soit suffisante pour porter une seule fois les armatures à la différence de potentiel voulue pour produire une décharge. Dans ces conditions le phénomène se simplifie : la plaque pho-

tographique tournante enregistre une seule image de la fente. Mais cette image est aussi nette que celle que donne la plaque photographique au repos et ne paraît nullement allongée dans le sens du mouvement. Avec le dispositif adopté par l'auteur, une durée voisine de 1/50 000 de seconde aurait produit un élargissement très notable de la fente.

Il résulterait donc de là que la durée véritable d'émission des rayons Rœntgen par une seule décharge serait au-dessous de cette limite.

En réponse aux observations de M. Villard et de M. Colardeau, M. Brunhes fait observer qu'il a eu des vitesses absolues notablement supérieures à celles qu'a réalisées M. Colardeau. Si les très intéressantes expériences de celui ci, inédites jusqu'à ce jour, semblent favorables à l'hypothèse d'un flux de rayons X constitué par une série discontinue d'émissions successives, coïncidant avec les oscillations de l'étincelle, M Brunhes maintient que dans les conditions où il a opéré, il y a une différence d'allure manifeste entre l'émission de rayons X et l'étincelle, qui est en série avec le tube de Crookes, la première durant 1/10 000 de seconde, tandis que l'étincelle est unique et instantanée : ses photographies ne peuvent laisser sur ce point aucun doute. Il serait très intéressant, d'ailleurs, de préciser les circonstances dans lesquelles on retrouve les résultats de M. Colardeau.

***

Séance du 19 avril 1901. — M. le Président annonce que la Société des ingénieurs allemands demande des collaborateurs bénévoles pour le Dictionnaire technique allemandanglais-français dont elle prend à sa charge la publication. Elle fournit à chaque collaborateur un carnet divisé en trois sections divisées alphabétiquement et destinées à recevoir les termes et expressions (français, par exemple) avec leurs traductions (en anglais et allemand), relatifs à une branche de la technique choisie par le collaborateur, de préférence « les sciences techniques et celles qui font l'objet de brevets ». Les communications relatives à ce *Technolexicon* doivent être adressées au rédacteur en chef : Dr Hubert Jnasen, Berlin NW. 7, Dorotheenstr. 49.

Cette demande est accompagnée d'une circulaire indiquant d'une manière détaillée le but de la publication et le plan de travail adopté, ainsi que d'un exemplaire de carnet.

M. le Président rend compte en ces termes des réunions tenues pendant la semaine de Pâques.

« Messieurs,

« Je me conforme à l'usage qui veut que votre président vous fasse un compte-rendu de notre fête annuelle de Pâques. C'est, du reste, un vrai plaisir pour moi : il est toujours agréable d'avoir à remercier et j'aurai de nombreux remerciements à faire.

« Par une heureuse innovation, due à notre nouveau secrétaire général, M. Abraham, les conférences ont eu lieu cette année dans l'amphithéâtre de physique de la Sorbonne, mis aimablement à notre disposition par M. le Doyen de la Faculté des sciences. Elles ont été plus nombreuses, ont eu plus de solennité que les années précédentes et ont été chaleureusement applaudies par leur public habituel, qui pouvait les écouter plus commodément que dans les salles de la Société d'encouragement au milieu de notre exposition.

« Le vendredi 12 avril :

« M. P. Weiss nous a fait connaître un nouveau système de voltmètres et d'ampèremètres dont les indications sont rendues indépendantes des variations accidentelles de leur aimant permanent. L'intérêt pratique de ces appareils n'échappera à personne...

. . . .

« M. D. Korda a bien voulu nous présenter le télautographe, ce merveilleux appareil, si simple en principe, de MM. Elisa Gray et Ritchie, qui permet de transmettre à distance l'écriture, une signature ou un dessin quelconque. au moyen de traits continus, ce qui le distingue de l'instrument imaginé par Caselli et de ses modifications.

« Les conférences du samedi 13 avril n'ont pas été moins intéressantes :

. . . .

« M. Turpain a apporté de Bordeaux un matériel considérable pour répéter devant nous ses belles expériences sur le champ hertzien ordinaire, le champ interférent et les résonateurs à coupure, dont l'état électrique est décelé par les effets lumineux qu'ils produisent dans un tube ou dans un vase à gaz raréfié.

« Enfin, la série de ces conférences a été terminée par le magistral et si intéressant exposé que M. Guillaume nous a fait des remarquables propriétés des aciers au nickel.

« J'adresse de bien vifs remerciements à tous nos conférenciers; l'attraction produite par l'annonce de leur communication a été si grande que beaucoup des membres de notre Société ont sacrifié la visite en détail de notre exposition, qu'ils avaient l'habitude de faire dans les après-midi du vendredi et du samedi, pour aller les écouter.

« Dimanche dernier, le Conseil a décidé que, pour permettre aux membres de la Société de visiter notre exposition tranquillement dans l'après-midi et d'assister aussi aux conférences, celles-ci auraient lieu, les années suivantes, dans les matinées du vendredi et du samedi.

« Maintenant, passons de la Sorbonne dans les salles de la Société d'encouragement où s'étale, encore plus brillante et plus intéressante que d'habitude, notre exposition.

« Et, tout d'abord, ce qui frappait, dès l'entrée, le visiteur du soir, c'était le luxueux éclairage du vestibule, de l'escalier et des salles. L'escalier était éclairé par la Compagnie francaise de l'acétylène dissous (procédé G. Claude et A. Hess), l'incandescence des manchons Auer par l'acétylène donnait une lumière éblouissante. L'économiseur électrique (système Weissmann et Wydts) éclairait la salle du Conseil. La Société d'éclairage, de chauffage et de force motrice par l'alcool éclairait par ses becs (système Denayrouze) la salle d'entrée du premier étage d'une lumière blanche et douce. Les jolies lampes à incandescence du système Solignac ornaient la grande salle. Enfin, l'éclairage de la porte d'entrée était fait par la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz; mais il y a plus : ce bel éclairage reste

définitif la Compagnie du gaz nous ayant offert gracieusement les appareils et se chargeant à ses frais de remplacer les manchons des becs Auer quand ils seront usés.

« Nous adressons tous nos remerciements aux personnes qui ont ainsi répandu à flot la lumière sur notre exposition : les nouveaux lumenmètres à diffusion exposés par M Blondel ont dû donner des valeurs surprenantes :

« Je suis amené ainsi à commencer la description très sommaire des appareils exposés...

. . . .

« Comme se rattachant à l'optique, il convient de citer maintenant la collection des substances radio-actives découvertes par M. et Mme Curie qui ont été exposés par la Société centrale des produits chimiques. Certainement, nous avons tous appris avec plaisir que ces produits si remarquables commencent à être fabriqués industriellement.

« Des rayons de Becquerel aux rayons de Rœntgen, la transition est toute naturelle Les appareils pour l'étude ou les applications de ces rayons étaient nombreux. Citons parmi eux : les tubes de Crookes du modèle de M. Chabaud, la lanterne de M. le Dr Bouchacourt pour l'examen radioscopique; les appareils de mensuration exacte du squelette et des organes donnant une image nette en radiographie de M. G. Contremoulins et, enfin, les instruments auxiliaires de l'examen radioscopique de M. Beclère.

« La belle exposition de M. Chabaud renferme aussi plusieurs appareils remarquables de M. Villard, qui vont nous faire passer des tubes de Crookes aux autres instruments d'électricité. C'est d'abord un oculaire stéréoscopique synchrone, qui donne le relief en radioscopie. Ensuite, les appareils de M. Villard pour ses expériences sur les rayons cathodiques, que nous avons plusieurs fois applaudies dans nos séances ordinaires. Ses soupapes électriques destinées à empêcher le passage dans un tube de Crookes du courant inverse de la bobine. Un très ingénieux interrupteur à mercure qui peut être réglé synchroniquement avec un courant alternatif et qui permet de ne lancer dans le circuit qu'une portion de la phase, de façon à obtenir soit le fonctionnement d'une bobine de Ruhmkorff, soit la charge des accumulateurs. Signalons encore le transformateur de 1500 watts pour courant alternatif avec prises de courant donnant de 20 à 150 volts de M. Chabaud.

« Parmi les autres instruments très nombreux se rapportant à l'électricité, je cite un peu au hasard :

« Les appareils de MM. Arnoux et Chauvin : microhmètre à lecture directe, voltmètre portatif étalon à plusieurs sensibilités, électromètres apériodiques, etc.

« Les transformateurs à courant continu et les moteurs électriques de M. Blondeau.

« Les rhéostats de M. Cance, si commodes non seulement pour l'industrie, mais aussi pour nos laboratoires.

« Le tableau de charge pour automobiles et un appareillage pour 440 volts de la Compagnie française d'appareillage électrique, présentés par un de ses directeurs, M. Zetter, un des fidèles de nos expositions.

« L'oscillographe monofilaire et bifilaire de M. G. Dobkevitch.

« Dans l'exposition de MM. Gaiffe et Cie : un interrupteur rapide sans mercure, de MM. Contremoulins et Gaiffe, permettant de régler l'étincelle des bobines depuis 1 mm jusqu'au maximum; un appareil fort remarqué construit sur les indications de MM. G. Claude et L. Bombe de Villiers pour la localisation des défauts d'isolement dans les systèmes de canalisation à caniveaux souterrains; une machine statique et plusieurs autres appareils intéressants.

« Le nouveau modèle d'électro aimant à longue course de MM. A. Guénée et Cie, qui produit des efforts constants de l'ordre des centaines de kilogrammes sur une course de 20 cm ou plus. L'importance pratique de cet électro-aimant est de toute évidence.

« Une lampe électrique en vase clos de M. Froment, à régulateur automatique sans chaîne ni balancier, ni mouvement d'horlogerie.

« Un nouvel électroscope condensateur de M. Hurmuzescu.

« Les tableaux et appareillage pour basse et haute tension, les moteurs et les dynamos de M. Iliyne Berline.

« Les diapasons entretenus électriquement et la sirène Bourbouze de M. Lancelot.

« Une collection d'appareils électriques de MM. Japy frères, parmi lesquels je signalerai spécialement le compteur Blathy pour courants triphasés et le compteur Japy pour courant continu. Ce sont aussi MM. Japy qui ont construit les nouveaux voltmètres et ampèremètres ayant fait l'objet de la conférence de M. Pierre Weiss.

« Dans l'exposition de MM. Lecarme frères et Michel, je signalerai : un appareil de télégraphie sans fil muni d'un radioconducteur Branly à limaille d'or et un appareil de télégraphie sans fil qui a fonctionné dans les expériences faites au mont Blanc, ainsi qu'une bobine d'induction grand modèle avec un interrupteur en dérivation.

« Des clichés photographiques de décharges électriques de M. Stéphane Leduc.

« Des appareils pour analyses électrolytiques, des fours électriques, des appareils pour la préparation du fluor de MM. Meslans et Poulenc, avec collaboration de M Gaiffe pour les premiers,

« Un four électrique à tube, une étuve à culture chauffée par l'électricité, un centrifugeur électrique, présentés par M. P Lequeux, ainsi qu'une grille à température constante de M. A. Gautier et un petit four à gaz de M. Bruno.

« Un appareil de M. Cotton pour la mesure des champs magnétiques construit par M. Pellin

« Un électrolyseur nouveau modèle de M. E. Peyrusson.

« L'exposition de MM. Radiguet et Massiot nous a montré comme d'habitude de belles expériences de haute fréquence et de haute tension. Cette année, elles étaient faites avec les spirales de M. le Dr Guilleminot, qui donnent des effets remarquables. Signalons aussi un transformateur à combinaisons multiples des mêmes constructeurs : l'inducteur, l'induit, la longueur et la nature de l'étincelle sont variables.

« Des appareils de mesure électrique de MM. Ch. Rousselle et Ch. Tournaire.

« Les applications de l'électricité au chauffage au moyen des résistances métallo-céramiques de la Société anonyme des anciens établissements Parvillé frères et Cie, dont M Goisot faisait aimablement les honneurs. La même maison exposait aussi des isolateurs en porcelaine, à grand espace vide entre le support métallique et le fil, destinés aux courants de haut voltage, pour diminuer la capacité des lignes aériennes.

« Un électroscope et un électromètre de M. Curie, ainsi que de nouveaux appareils électriques de démonstration de MM. Paquier et Boulay, présentés par la Société centrale des produits chimiques.

« Une machine électrostatique à 6 plateaux; un résonateur Oudin et un excitateur de M. le Dr Bergonié, exposés par M. Royourt, le successeur de Bonetti.

« De nouvelles plaques d'accumulateurs de MM. d'Arsonval et Vaugeois.

« Des régulateurs automatiques pour courants alternatifs et pour courants continus des lampes à arc, ainsi qu'une série de 6 moteurs électriques envoyés de Genève par M. H. Cuenod.

« Une pile électrique de M Rosset, qui mérite une mention spéciale. Elle a la forme d'une pile Leclanché, mais le dépolarisant est formé par du cuprate d'ammonium qui est amené à l'état de cuprite par le fonctionnement; or, celui-ci est ramené à l'état de cuprate par l'air, et le dépolarisant est ainsi constamment régénéré.

« M. Carpentier, comme toujours, nous a apporté de magnifiques appareils : un nouveau potentiomètre d'une forme originale, un électro-aimant, système P. Weiss. Mais ce qui a surtout fixé notre attention, c'est une disposition spéciale pour bobine de Ruhmkorff permettant son fonctionnement, soit par courant continu, soit par courant alternatif, grâce à un transformateur et à un redresseur de phases.

« Dans la belle exposition de M. Richard, nous avons pu voir aussi un certain nombre d'appareils électriques, tels qu'un nouveau voltmètre thermique enregistreur à cadran, un wattmètre pour courants triphasés, un indicateur de puissance pour courants alternatifs, un indicateur de couplage, etc. Parmi ces dispositifs ingénieux, je signalerai tout particulièrement l'emploi d'un servo-moteur en miniature pour la transmission et l'enregistrement des indications des thermomètres, baromètres etc., idée des plus heureuses, car le servo-moteur permet de vaincre les frottements, tout en laissant sa sensibilité entière à l'organe principal.

« Enfin, signalons une transformatrice et une dynamo placées dans le sous-sol qui nous fournissaient le courant continu et qui nous avaient été obligeamment prêtées par M. P. Janet.

. . . .

« La Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey nous a fait admirer les produits de sa fabrication : des bacs pour accumulateurs, des tableaux de distribution et socles d'appareils électriques en opaline, etc.

« Vous voyez, Messieurs, par cette énumération déjà bien longue et pourtant incomplète, quelles étaient les richesses que nos exposants ont présentées à nos visiteurs, ce dont je les remercie tous bien sincèrement. Cette exposition, comme je vous le disais au commencement, a été encore plus belle que d'habitude. Or, plus que jamais, elle a été l'œuvre de notre agent, aussi habile que dévoué, M. Sandoz. C'est lui seul qui a fait les innombrables visites nécessaires pour provoquer la bonne volonté des exposants; c'est lui qui a assigné à chacun sa place, groupé d'une façon heureuse et à la satisfaction de tous les attractions, rédigé le catalogue, etc. Cette besogne écrasante, M. Sandoz l'a supportée gaiement, heureux de se dévouer une fois de plus pour notre Société. Je lui adresse mes plus vives félicitations pour la réussite de son œuvre.

« Messieurs, je termine en vous rapportant une parole que j'ai entendue vers la fin de l'Exposition universelle et qui, comme ami de la Société de physique, m'a été au cœur. Un de nos grands constructeurs disait que les Expositions universelles ne présentaient pas pour les exposants de sa partie un avantage en rapport avec les peines et les soucis qu'elles donnaient que pour lui les véritables expositions profitables et agréables étaient les expositions annuelles de la Société de physique. J'espère, Messieurs, qu'elles conserveront toujours cette bonne réputation. »

(A suivre.)

CHRONIQUE

L'éclairage des chutes du Niagara.

Celles du Rhin à Schaffouse ou plus exactement à Newhausen sont déjà, depuis plusieurs années, illuminées chaque soir pendant la belle saison, à l'aide de projecteurs munis de verres colorés; le spectacle dure seulement quelques minutes et pourtant les clients des hôtels avoisinants s'en souviennent toute leur vie, non à cause de la beauté de la scène, mais surtout parce qu'ils trouvent, au départ, leur note singulièrement enflée à l'aide de cette mention spéciale : *Illumination des chutes..!* Les revues américaines et, entre autres, la *Railway and Engineering Review* nous annoncent que des essais viennent d'être faits à Niagara Falls en vue de distraire les voyageurs de la ligne qui traversent les chutes sur le pont jeté en aval. Un seul projecteur électrique de grande intensité lumineuse fait étinceler la gigantesque nappe d'eau et a permis d'obtenir des effets merveilleux et à peu de frais puisque les chutes elles-mêmes fournissent l'énergie nécessaire En conséquence, c'est chose décidée et dès la tombée de la nuit, les cataractes seront illuminées *à giorno* pendant toute la durée des passages de trains, et cela sans que les billets en soient augmentés d'un 1/2 cent. Avantage inappréciable. — D.

La Société d'électricité de New-York.

Elle a tenu sa 213e séance générale le 27 mars dernier, dans la station centrale de la New-York

Electrical Vehicle Transportation Company. Monté sur un automobile qui remplaçait pittoresquement la chaire traditionnelle, M. George Condut ingénieur-conseil, a pris la parole et a présenté un travail détaillé sur la situation actuelle des automobiles électriques de New York; la Compagnie susnommée a plus de 300 voitures en service et peut en remiser jusqu'à 700. Ce résultat est excellent, puisqu'il y a quatre ans, on avait commencé avec 12 voitures seulement; ce succés a pour cause principale la facilité avec laquelle évoluent ces fiacres électriques par tous les temps et pendant les plus mauvaises tourmentes de neige. Il est vrai que la Compagnie n'épargne pas ses peines et que jusqu'au matin, le public trouve des voitures disponibles partout où cela est jugé nécessaire, pour la sortie des théâtres, des bals et des fêtes. Après avoir visité la station de charge, le dépôt et les salles des machines, le président de la Société annonce que le 25 avril. à l'Université de Columbia, M. Charles Scott, électricien de la Compagnie Westinghouse, présentera un travail accompagné d'expériences sur les moteurs à courants alternatifs

D.

-∞-

Communications télégraphiques et téléphoniques entre l'Allemagne et les pays scandinaves.

Durant ces dernières années, on s'est employé à construire de nombreuses lignes télégraphiques et téléphoniques qui sont destinées à fournir des communications directes entre l'Allemagne et les pays scandinaves. Ces travaux, aujourd'hui terminés, ont commencé, en novembre 1898, par la pose d'un câble télégraphique à quatre fils et d'une longueur d'environ 112 km, entre New-Mucrau, dans l'île de Rügen, et Trelleborg.

Le câble en question a été prolongé par une ligne Trelleborg-Malmœ-Stockholm, construite avec un fil de cuivre de 3 mm. On a ainsi obtenu, en utilisant les installations déjà existantes, les communications directes ci-après : Berlin-Stockholm, Hambourg-Stockholm, Hambourg-Gothenbourg, Berlin-Malmœ, Stettin-Malmœ et Emden-Malmœ.

Quant aux relations téléphoniques, elles sont assurées par un câble à quatre fils de 17 km de longueur, que l'administration danoise des télégraphes a fait poser en 1900, entre Welbæk (Danemark) et Hildesborg, dans le voisinage de Landskrona (Suède) Entre Copenhague et Malmœ, Gothenbourg et Christiania, Malmœ et Stockholm, on a établi des double circuits en fil de cuivre de 4,5 mm. Ces installations assurent de bonnes relations téléphoniques entre la Suède centrale et méridionale, d'une part, et les pays voisins, d'autre part Notons que la Suède du Nord, elle aussi, pourra mettre à profit la communication Copenhague-Stockholm, aussitôt qu'on aura établi le double circuit, en fil de cuivre de 4,5 mm, projeté entre Stockholm et Lulea.

Les lignes terrestres que nous venons de mentionner ont un développement d'environ 2000 km. Elles ont exigé, en outre des câbles, une quantité d'environ 400 000 kg de fils de cuivre, laquelle est sortie, pour la plus grande part, des tréfileries suédoises. — G.

-∞-

L'éclairage électrique et l'éclairage au gaz au Canada.

D'après un rapport du gouvernement canadien, l'emploi de l'électricité pour l'éclairage a considérablement augmenté au Canada durant ces dix dernières années. En 1891, ce pays comptait 80 sociétés d'éclairage électrique; en 1897 il en avait 187 et, en 1900, 297. Les lampes alimentées étaient au nombre de 443 897, en 1897, et de 807 772 en 1900. C'est surtout la province d'Ontario qui a fait des progrès importants en matière d'éclairage électrique : elle utilisait 201 955 lampes en 1897 et 418 573 en 1900. Dans la province de Québec, le chiffre des lampes s'est élevé de 185 892 en 1897 à 235 322 en 1900. Dans la Colombie britannique, on ne rencontrait, en 1897, que quelques Sociétés électriques peu importantes, alors qu'en 1900 on y trouvait 52 653 lampes alimentées par treize stations centrales. Par contre, le nombre des usines à gaz, de 49 en 1891 pour tout le Canada, était descendu à 43 en 1900. — G.

-∞-

Les chemins de fer électriques au Canada.

D'après le journal *Dominion statistician*. le Canada possédait, en 1899, un total de 34 chemins de fer électriques en exploitation, avec un développement de rails de 630 milles anglais. Ces chemins de fer ont transporté, durant l'année précitée, 104 033 659 voyageurs, soit 9,5 millions de plus qu'en 1898. Le capital placé dans les entreprises de chemins de fer électriques canadiens et déjà versé, s'élevait, pour cette même année 1899, à 217 millions de dollars. — G.

-∞-

Une proposition destinée à prévenir les accidents dus aux tramways électriques.

Afin de réduire les nombreux accidents occasionnés, en raison de la rapidité de leur allure, par les tramways électriques, on a proposé de modifier la forme des véhicules et de les faire se terminer en pointe. De cette manière, le piéton heurté par la voiture ne tomberait plus au-dessous de la plateforme, mais serait rejeté en dehors de la voie. De plus, les barres d'accouplement actuelles, si disgrâcieuses, disparaitraient et la résistance à la marche, offerte par l'atmosphère, se trouverait fort atténuée. En outre, le conducteur, placé à la pointe extrême de la voiture, se trouverait complètement isolé des voyageurs et pourrait mieux que maintenant donner toute son attention à ce qui se passe sur la voie. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES



SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES

(Suite) (1).

HYSTÉRÉSIMÈTRES INDUSTRIELS

Méthodes de mesure de l'hystérésis. — Les méthodes de mesure de l'hystérésis en fonction de l'induction maximum par cycle parcouru peuvent se diviser en deux classes :

1° Méthodes donnant le tracé de la boucle d'hystérésis ;

2° Méthodes directes.

Méthodes donnant le tracé de la boucle d'hystérésis. — La plupart des méthodes de mesure de perméabilité, précédemment décrites et qui permettent de tracer par points la courbe d'induction magnétique $\mathcal{B}$ en fonction de l'intensité de champ $\mathcal{H}$, sont applicables à la détermination de l'hystérésis.

Si on exprime $\mathcal{B}$ et $\mathcal{H}$ en gauss dans cette courbe, il suffit de déterminer en centimètres carrés la surface S qu'elle limite au moyen du planimètre, par exemple, et cette surface, divisée par 4π, exprimera en ergs par centimètre cube la perte d'énergie due à l'hystérésis pour chaque cycle complètement parcouru et ayant atteint la valeur maximum qu'indique cette courbe. En divisant

$$\frac{S}{4\pi} = \frac{W}{V}$$

qui représente l'énergie volumique par le facteur $\mathcal{B}_{max}^{1,6}$, on obtient le coefficient η d'hystérésis, puisque l'on a :

$$\frac{W}{V} = \eta\, \mathcal{B}_{max}^{1,6}$$

L'énergie, exprimée en ergs par centimètre cube, peut se traduire en watts par centimètre cube en divisant par 10^7.

Prenons comme exemple la courbe fig. 15. Les valeurs de $\mathcal{H}$ y sont portées en gauss et celles de $\mathcal{B}$ en kilogauss.

A l'échelle où a été tracé cette courbe, la surface ABC A'B'C'A est de 44 cm². Si $\mathcal{H}$ et $\mathcal{B}$ étaient à la même échelle, cette surface divisée par 4π indiquerait directement la perte hystérétique en ergs par centimètre cube, mais comme $\mathcal{B}$ est exprimé en kilogauss, cette surface doit être naturellement multipliée par 1000 et l'on a :

$$\frac{W}{V} = \frac{44.1000}{4\pi} = 3500 \text{ ergs : cm}^3$$

d'où

$$\eta = \frac{W}{V.\,\mathcal{B}_{max}^{1,6}} = \frac{3500}{7200^{1,6}} = 0{,}00233.$$

Le tracé de la courbe $\mathcal{B} = \mu\,\mathcal{H}$ par points nécessite des expériences d'une certaine durée, ce qui fait que le cycle A B C A' B' C' A est parcouru lentement. M. Ewing a remarqué que dans

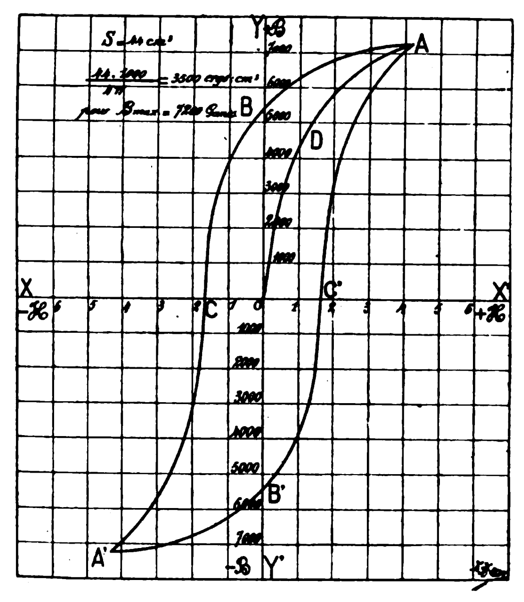


Fig. 15. — Courbe d'induction B en fonction de l'intensité de champ H ou boucle d'Hystérésis.

le cas d'un cycle parcouru en plusieurs secondes, la sur face de cette courbe était trop faible.

Ceci tient à ce que, lorsqu'on applique une force magnétisante donnée $\mathcal{H}$ et qu'on la maintient quelque temps, l'aimantation augmente encore pendant quelques secondes lorsque l'on se trouve dans la période ascendante du cycle, tandis que cette aimantation décroît encore pendant quelques secondes lorsqu'on se trouve dans la période descendante.

Les différences entre les surfaces obtenues peuvent atteindre 15 à 20 0/0 de telle sorte que l'on commet une erreur inévitable en déterminant le rapport $\frac{W}{V}$ par les méthodes qui donnent par points la courbe $\mathcal{B} = \mu\,\mathcal{H}$.

Il n'y a que lorsque le cycle est parcouru en moins de 0,05 seconde que l'on peut considréré

(1) Voir l'*Électricien*, tome XXI, 1901, 1er semestre, pages 146, 177, 209, 225 et 244.

l'hystérésis comme indépendante de la rapidité de parcours du cycle.

M. Ewing a montré que la perte d'énergie volumique par cycle reste constante quand la fréquence varie de 20 à 150 périodes par seconde.

Traceur magnétique d'Ewing. — Afin de pouvoir tracer la courbe $\mathcal{B} = \mu \mathcal{H}$ en un temps suffisamment court, M. Ewing a combiné un appareil spécial qui se compose en principe d'un miroir concave mobile dans deux directions perpendiculaires.

Il est sollicité dans une des directions proportionnellement à $\mathcal{B}$ et dans l'autre proportionnellement à $\mathcal{H}$. Un faisceau de lumière tombant sur le miroir est réfléchi par celui-ci sur un écran sur lequel un point lumineux se déplace suivant les positions résultantes du miroir. Ce point décrit la boucle d'hystérésis

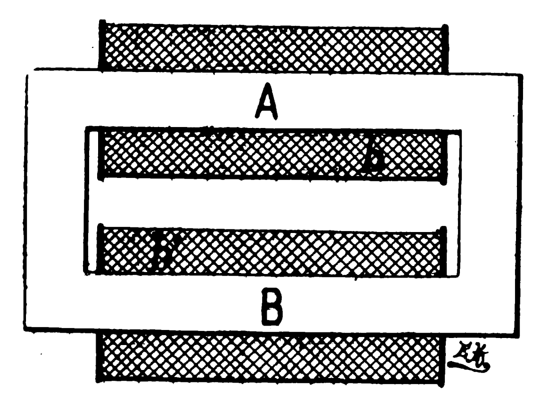


Fig. 16.

que l'on peut photographier. Grâce à l'emploi d'un rhéostat spécial à commutateur tournant, on peut faire décrire le cycle en une fraction de seconde.

Cet instrument, étant d'un emploi un peu délicat, n'est guère utilisé que dans les laboratoires.

Méthodes directes. — Les méthodes directes sont au nombre de deux :

1° Méthode du wattmètre;

2° Méthode de la détermination du travail d'hystérésis par la mesure du moment d'un couple.

Méthode du wattmètre. — La méthode du wattmètre consiste à construire avec le métal à essayer le circuit magnétique d'un petit transformateur sans enroulement secontaire.

L'enroulement primaire est alimenté par un courant alternatif de fréquence connue. On détermine la puissance absorbée par l'hystérésis au moyen d'un wattmètre.

En pratique on constitue le circuit magnétique au moyen d'un paquet B de tôles minces, découpées comme le montre la figure 16, et fermé au moyen d'un autre paquet A.

Les tôles sont isolées au papier gomme-laqué ou simplement au vernis. Les bobines magnétisantes sont représentées en *bb'*; elles sont montées en série afin que le courant développe un flux fermé sur lui-même et entièrement continu dans le fer. Le courant alternatif doit être fourni autant que possible par un alternateur dont la *courbe de tension* est sinusoïdale, la courbe du courant étant forcément déformée par suite de l'hystérésis des tôles A et B. La puissance absorbée est mesurée avec un bon wattmètre dont le circuit dérivé doit avoir une réactance réduite au minimum. Cette puissance comprend l'énergie dissipée par hystérésis, la perte par effet Joule dans les bobines et celle due aux courants de Foucault dans les tôles. On peut négliger ces deux dernières pertes et considérer toute la puissance absorbée comme étant uniquement causée par l'hystérésis.

Pour tarer l'instrument, le paquet A doit être constitué par les mêmes tôles que celles du paquet B. Comme les pertes par hystérésis sont proportionnelles aux poids, on peut déterminer celles qui sont relatives à la partie B du circuit. Soit P le poids en kilogrammes de A et P' celui de B.

Le wattmètre indique une perte

$$W_1 = \frac{W}{P + P'} \text{ watts par kg.}$$

Le nombre de watts multipliés par P' donne la perte hystérétique $W_1 P'$ du circuit B.

En remplaçant le paquet A par un autre, formé des tôles de fer à essayer, on trouve au wattmètre une perte totale

$$W' = W_1 P' + W_2 P'',$$

$W_2 P''$ étant la perte en watts du paquet A des tôles essayées, la perte en watts par kilogramme pour l'échantillon A du poids P'' est à la fréquence du courant d'excitation donnée par la relation

$$W_2 = \frac{W' - W_1 P'}{P''};$$

en divisant ce résultat par la fréquence, on obtient la perte en watts par kilogramme et par cycle.

Il reste à déterminer la valeur de $\mathfrak{B}_{max}^{1,6}$ pour en déduire la valeur de η,

Un simple ampèremètre permet de calculer $\mathfrak{B}_{max}$ si l'on connaît le nombre de spires des bobines *bb'* et la longueur moyenne du circuit magnétique. Pour cela, il y a lieu de remarquer que le circuit magnétique doit être fermé de façon à pouvoir négliger la réluctance des joints. Si le circuit magnétique était ouvert, on ne pourrait calculer le flux qu'en enroulant au-dessus des bobines quelques spires de fil isolé. La tension mesurée aux bornes de ces spires donne alors une mesure du flux.

D'un autre côté, avec un circuit magnétique ouvert, le facteur de puissance (cosinus φ) du système est très faible et la moindre réactance du circuit dérivé du wattmètre fausse les résultats. En pratique, les meilleurs wattmètres ne donnent plus de bonnes indications pour un décalage supérieur à 60° ($\cos \varphi = 0,5$) entre le courant magnétisant et la tension qui le fait circuler.

Enfin le circuit magnétique A B doit avoir une faible section par rapport à sa longueur moyenne, surtout si l'induction est un peu élevée (supérieure à 6000 gauss), autrement le périmètre intérieur se trouve porté à une induction plus élevée que les parties extérieures du circuit et on ne peut déterminer l'induction moyenne avec une approximation suffisante. En donnant aux paquets de tôles une section de 1 cm², il faut que la longueur moyenne du circuit magnétique atteigne 1 m environ.

Si l'on tient compte, en outre, de la difficulté de se procurer des wattmètres indiquant une très faible puissance, on pourra en conclure que la méthode du wattmètre est, en somme, délicate et assez peu pratique industriellement, bien qu'au premier abord elle semble commode et rapide.

On peut compter en moyenne comme dépense d'énergie due à l'hystérésis $W = 1,5$ watt par kilogramme de fer, la fréquence étant 100 et l'induction maximum de 4000 gauss. En choisissant les dimensions indiquées ci-dessus pour le circuit magnétique AB, on voit qu'il pèse environ 1 kg et que le wattmètre doit être d'une extrême sensibilité.

J.-A. MONTPELLIER et M. ALIAMET.

(*A suivre*).

LE TÉLÉGRAPHE ROWLAND

(*Suite*) (1).

Impression des caractères et progression du papier.

Le combinateur théorique dont nous avons expliqué le fonctionnement dans un précédent article ne permet l'impression des signaux qu'à la suite les uns des autres, indéfiniment, sur un étroit ruban de papier qui doit ensuite être collé sur une feuille d'un format convenable.

Pour imprimer les signaux directement sur cette feuille elle-même, suivant des lignes transversales successives, il est nécessaire de pouvoir communiquer au papier des mouvements dans différentes directions, de manière à amener successivement au-dessous de la roue des types les différents

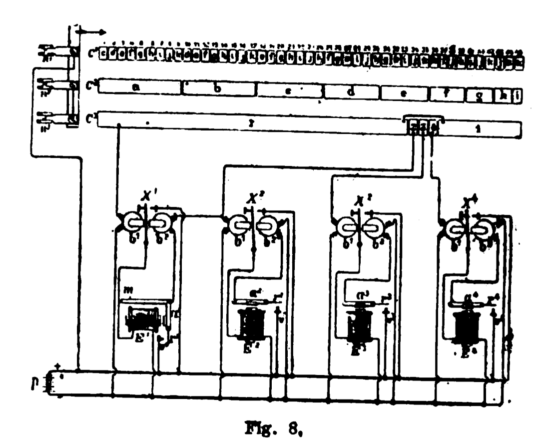


Fig. 8.

points de la feuille où doit se faire l'impression des caractères.

Ces différents mouvements que nous avons énumérés précédemment sont commandés chacun par un électro-aimant spécial et doivent pouvoir s'effectuer — tout au moins les 2 derniers — indépendamment du fonctionnement de l'électro-aimant imprimeur.

Pour obtenir à volonté le fonctionnement de l'un quelconque de ces électro-aimants spéciaux, le combinateur que nous avons décrit doit être complété comme l'indique la figure 8 :

Une 3ᵉ couronne de contacts C^3, parcourue par un 3ᵉ frotteur métallique n^3, porté par le même bras que n^1 et n^2, est ajoutée aux 2 couronnes C^1 et C^2, dont les communications électriques sont les mêmes que celles représentées sur la figure 7, c'est-à-dire que les contacts de ces deux couronnes, marqués des mêmes lettres, sont reliés entre eux et avec celui des butoirs de travail des 11 relais combinateurs que nous avons désigné par cette lettre.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 531, 2 mars 1901, p. 133 et n° 533, 16 mars 1901, p. 167.

Le rôle de cette 3e couronne est de mettre périodiquement en communication le frotteur n^2 avec l'une des bobines (b^1) de chacun des 4 relais polarisés locaux X^1, X^2, X^3 et X^4 au moment du passage du frotteur n^3, avec lequel il est en communication métallique, sur les contacts de la couronne C^3 auxquels ces bobines sont reliées.

La seconde bobine (b^2) de chacun des relais locaux forme un circuit complètement distinct de celui de la première; elle a pour fonction, lorsqu'elle est traversée par un courant de sens convenable, de ramener l'armature du relais dans sa position de repos.

Les relais locaux commandent, par le déplacement de leurs armatures et au moyen d'un courant local, les électro-aimants spéciaux dont nous parlons plus haut et qui sont représentés en E^1, E^2, E^3 et E^4.

Ces 4 électro-aimants ont chacun une fonction mécanique et une fonction électrique.

Voici d'abord leur fonction mécanique, distincte pour chacun d'eux :

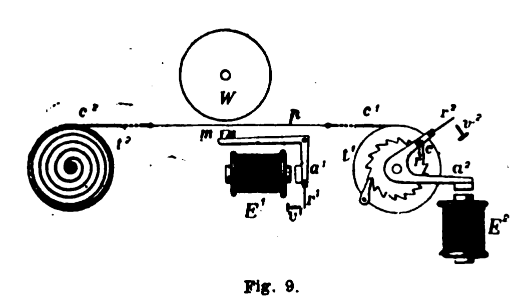


Fig. 9.

Le premier, E^1 (fig. 9), dont l'armature a' porte un petit morteau m disposé au-dessous du papier dans le plan de la roue des types W, sert à déterminer l'impression des caractères; c'est l'*électro-aimant imprimeur*.

Le deuxième, E^2, est chargé de faire déplacer progressivement le papier dans le sens transversal de gauche à droite d'une petite quantité après chaque impression, afin de séparer les unes des autres les lettres d'un même mot, ou encore — quand il est actionné sans qu'il y ait eu impression — de séparer les mots entre eux.

Dans ce but, le support de son armature a^2 est muni d'un cliquet c pouvant agir sur un rochet r relié par un encliquetage avec un tambour t^1 sur lequel s'enroule une petite chaînette c^1 attachée à une sorte de chariot très léger (non figuré sur le dessin) qui porte le papier p ayant la forme d'un large ruban. A l'extrémité opposée du chariot, lequel peut glisser très librement sur une tige qui lui sert de guide, est attachée une seconde chaînette c^2 dont l'autre extrémité s'enroule sur un second tambour t^2; semblable au premier, mais renfermant à l'intérieur un ressort de barillet qui se tend au fur et à mesure que la chaînette c^1 se déroule.

Lorsque le papier est arrivé à l'extrémité de sa course transversale, c'est-à-dire lorsque l'impression d'une ligne est terminée, l'électro-aimant E^3 intervient : l'attraction de son armature produit le débrayage de l'encliquetage qui relie le rochet r au tambour t^1, et rend libre, par conséquent, l'ensemble formé par les 2 tambours, les chaînettes et le chariot porte-papier.

Sous l'action du ressort de barillet qui se détend, cet ensemble se meut alors en sens inverse, ramenant le papier de droite à gauche (1) de toute la largeur de la bande.

Il ne reste plus, pour pouvoir imprimer une nouvelle ligne, qu'à actionner l'électro-aimant E^4, qui, en agissant au moyen d'un cliquet et d'un rochet sur un cylindre d'entraînement faisant partie du chariot porte-papier, fait avancer longitudinalement la bande de papier de la quantité qui doit séparer deux lignes consécutives.

La fonction électrique, identique pour tous, de chacun des 4 électro-aimants E^1, E^2, E^3 et E^4 (fig. 8) consiste, lorsque leur travail mécanique est terminé, à envoyer dans la seconde bobine b^2 des relais locaux qui les commandent respectivement un courant destiné à ramener dans sa position de repos l'armature du relais et, par suite, à libérer leur propre armature.

Voici comment ces différents organes sont actionnés par l'intermédiaire du combinateur :

La réception d'un signal a pour effet, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, de mettre au contact de leur butoir de travail 2 des armaturss des 11 relais combinateurs. Au moment où les frotteurs n^1 et n^2 arrivent simultanément chacun sur l'un des 2 contacts reliés à ces butoirs, le circuit de la pile locale se trouve fermé dans celui des relais locaux en communication avec le contact de la 3e couronne sur lequel le frotteur n^3 appuie à ce moment-là. Supposons, à titre d'exemple, que le signal reçu ait déterminé le déplacement des armatures des relais combinateurs R^3 et R^7 (fig. 7); les butoirs de travail de ces 2 relais sont désignés par les lettres c et g, et communiquent avec tous les contacts des couronnes C^1 et C^2, qui portent les mêmes lettres.

L'examen de la figure 8 permet de voir que c'est seulement pendant que les frotteurs n^1 et n^2 passeront sur la 20e division du combinateur que le circuit de la pile p sera fermé à travers la bobine b^1 du relais local X^1.

Le chemin ouvert au passage du courant est le suivant : partant du pôle positif de la pile p, le courant arrive au frotteur n^1, passe par le contact g de la couronne C^1 (20e division du combinateur), par le butoir g du relais combinateur R^7, par l'armature de ce relais, pour arriver à l'armature du

(1) Placé devant la roue des types, on voit les caractères s'imprimer *à l'envers*, c'est-à-dire la tête en bas; cela explique le sens des déplacements latéraux du papier, qui, à première vue, semblent s'effectuer à l'inverse de ce qu'il faudrait.

relais R^3, toutes les armatures des relais combinateurs étant reliées ensemble; puis, par le butoir de travail de ce relais, vient au contact c de la couronne C^2, passe par le frotteur n^2, le frotteur n^3, le contact l de la couronne C^3, la bobine b^1 du relais X^1, pour faire retour au pôle négatif de la pile p. Le passage de ce courant dans la bobine b^1 oblige l'armature du relais X^1 à se mettre au contact de son butoir de travail, contre lequel elle reste appuyée en vertu de son réglage, envoyant ainsi un courant dans l'électro-aimant imprimeur E^1. L'armature de cet électro-aimant est attirée; le marteau m qu'elle porte frappe le papier et le presse contre la roue des types, qui précisément présente à ce moment, au-dessus du marteau m, le caractère qui correspond à la combinaison formée par le déplacement des armatures des relais combinateurs R^3 et R^7.

Ce caractère se trouve donc imprimé sur le papier.

En arrivant à l'extrémité de sa course, l'armature a^1 met en contact avec une vis de butée v^1, reliée à la pile locale p, un petit ressort lame r^1 fixé à son extrémité, et envoie un courant en même temps dans la bobine b^2 du relais local X^1 et dans la bobine b^1 du relais X^2. Ce courant ramène l'armature de X^1 dans sa position de repos, rendant libre l'armature de l'électro-aimant E^1, qui a rempli sou office, et met au contraire l'armature du relais X^2 dans sa position de travail, ce qui ferme le circuit de la pile p dans l'électro-aimant E^2. Le fonctionnement de cet électro-aimant ayant pour effet, comme nous l'avons indiqué plus haut, de faire avancer le papier transversalement de quelques millimètres vers la droite, une partie blanche du papier se présente sous la roue des types. Enfin, la rencontre du ressort de contact r^2, porté par l'armature a^2, et de la vis de butée v^2, reliée à la pile locale p, détermine l'envoi d'un courant dans la bobine b^2 du relais X^2, qui ramène son armature dans la position de repos.

Toutes les opérations relatives à la réception d'un signal sont terminées, et tout est prêt pour l'impression d'un nouveau caractère.

Lorsque, sans qu'il y ait impression d'un caractère, le papier doit simplement se déplacer latéralement pour laisser un intervalle de séparation entre les mots, le circuit local formé par le déplacement de 2 armatures des relais combinateurs doit passer par la bobine b^1 du relais local X^2. Ce sont alors les armatures des relais combinateurs R^5 et R^{10} qui sont au contact des butoirs c et j, et c'est au moment du passage des frotteurs n^1 et n^2 sur la 34e division du combinateur que le courant de la pile p trouve une issue.

On obtient de la même façon les deux autres déplacements du papier par la fermeture du circuit de la pile p dans la première bobine des relais locaux X^3 ou X^4, au moment du passage des frotteurs n^1 et n^2 sur la 35e ou sur la 36e division du combinateur en mettant dans la position de travail les armatures des relais R^5 et R^{11} ou R^6 et R^8 (1).

Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte d'après les explications précédentes, l'impression des caractères s'effectue *au vol*, pendant la rotation de la roue des types. Or, si court que soit le courant qui traverse l'électro-aimant imprimeur, son action sur l'armature a cependant une certaine durée. Si, pendant que l'armature est attirée, la roue des types continuait à tourner, les contours des caractères s'étaleraient sur le papier, et les signaux, brouillés, seraient presque illisibles. Afin d'éviter ce grave inconvénient, la roue des types n'est pas fixée invariablement sur son arbre; elle est montée sur un manchon engagé librement sur l'extrémité de cet arbre, auquel il n'est relié que par un ressort à boudin, faiblement tendu. Une sorte de *toc*, fixé sur l'arbre, et contre lequel vient buter une vis plantée dans la roue des types, limite le déplacement de celle-ci dans le sens du mouvement et la maintient dans une position déterminée par rapport à son arbre.

Aussitôt que l'armature de l'électro-aimant imprimeur est attirée et que le marteau presse le papier contre la roue des types, celle-ci se trouve immobilisée, tandis que son arbre continue à tourner en tendant le ressort à boudin qui le relie au manchon qui porte la roue des types.

Quand l'attraction de l'armature cesse, la roue des types, se trouvant dégagée, cède à la tension du ressort à boudin, qui l'entraîne dans son mouvement de rotation et qui, en se détendant, accélère ce mouvement jusqu'à la rencontre de la vis de butée et du *toc*, qui détermine sa position normale par rapport à son arbre.

Cette disposition ingénieuse est très simple, assure la netteté de l'impression, en même temps qu'elle empêche les variations de vitesse qui, lorsque plusieurs récepteurs impriment en même temps, pourraient se produire dans la rotation de l'arbre qui entraîne les frotteurs des combinateurs et les roues des types.

Synchronisme des récepteurs.

Les récepteurs, au nombre de quatre, sont commandés par un arbre unique, mis en mouvement par un moteur électrique à courant continu.

Cet arbre est disposé dans le prolongement de l'axe du distributeur de réception; mais, afin de n'apporter aucun trouble dans la régularité du

(1) L'ordre des combinaisons indiqué sur les figures 7 et 8 n'est pas celui qui existe effectivement, et dont nous n'avons pu, malgré beaucoup d'insistance, obtenir communication. Mais cet ordre importe peu; on comprendra facilement qu'il est toujours possible de disposer les combinaisons dans un ordre quelconque, à condition de placer dans le même ordre, sur la périphérie de la roue des types, les lettres, chiffres, etc., qu'elles représentent.

mouvement de rotation de ce dernier, il en est complètement indépendant au point de vue mécanique. Il est cependant indispensable que les frotteurs des combinateurs et les roues des types effectuent, dans un temps donné, le même nombre de révolutions que les bras des distributeurs.

Ce résultat est obtenu par les dispositions suivantes que représentent les figures 10 et 11, sur lesquelles les mêmes lettres désignent les mêmes organes :

Dans le circuit du moteur électrique M, qui entraîne l'arbre des récepteurs A', sont intercalés

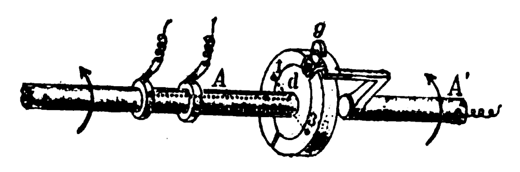


Fig. 10.

2 rhéostats, Rh^1 et Rh^2, dont les résistances sont réglées de telle sorte que la vitesse de l'arbre A' soit sensiblement égale à celle de l'axe A du distributeur de réception. Ce dernier se termine par un petit disque *d*, en substance isolante, qui porte 3 segments métalliques, 1, 2, et 3, sur lesquels peut appuyer un petit galet *g*, également métallique, porté par l'arbre A'.

Normalement, le galet *g* appuie sur le contact

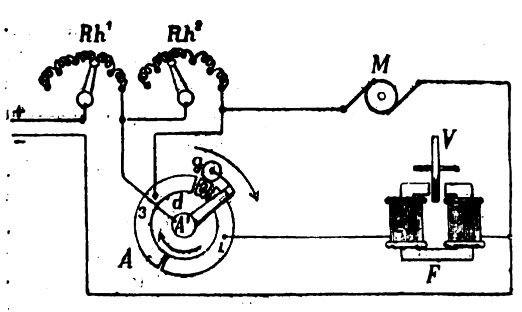


Fig. 11.

isolé 2, et y reste tant que la vitesse de rotation des axes A et A' est égale.

Si la vitesse de A' vient à diminuer, par exemple, le galet *g*, se trouvant en retard par rapport au disque *d*, viendra toucher le contact 3. Dans cette position, le rhéostat Rh^2 est mis hors circuit, et la vitesse du moteur M et, par conséquent, celle de l'arbre A' augmente. Si, au contraire, la vitesse de A' vient à être plus grande que celle de A, le galet *g* venant au contact du segment 1, une partie du courant qui alimente le moteur M est dérivée dans l'électro-aimant F, entre les deux pôles duquel tourne, avec une grande rapidité, un disque de cuivre rouge V, entraîné par le moteur M, auquel il est relié par un engrenage. Tant qu'aucun courant ne traverse l'électro-aimant F, le disque V, remplissant le rôle de volant, tourne comme si cet électro-aimant n'existait pas. Mais dès que l'électro-aimant F est excité, il se produit dans le disque V des courants d'induction qui tendent à s'opposer à son mouvement de rotation. C'est comme si ce disque tournait dans un milieu visqueux.

Ce dispositif constitue donc un *frein électrique* qui ralentit la vitesse de l'arbre A'.

Ainsi, par suite de ces dispositions, le galet *g* est forcé de se maintenir constamment sur le petit segment isolé 2, puisqu'il y est ramené automatiquement dès qu'il tend à s'en écarter.

G. Robichon.

(*A suivre.*)

L'ÉTUDE DES TRANSFORMATEURS

La spécification d'un transformateur comprend ordinairement :

1° la puissance à une fréquence donnée;

2° le rapport de transformation à pleine charge;

3° le rendement (pas moins de x 0/0);

4° la chute maximum du voltage secondaire;

5° l'élévation de température (ne doit pas excéder x degrès), et quelquefois en outre;

6° le courant à vide (ne doit pas excéder x ampères);

7° le mode de refroidissement (par l'air, par l'huile, ou par circulation mécanique).

En spécifiant le rendement et la perte de charge, il faut indiquer le facteur de puissance du circuit (par exemple, le rendement devra être d'au moins 95 0/0 sur un circuit ayant un facteur de puissance de 0,8), ce facteur étant le cosinus du décalage du courant sur la force électromotrice. Le rendement est d'habitude garanti à demi-charge, aux trois quarts et à pleine charge.

L'étude se fait par essais successifs; on commence par choisir une certaine forme de noyau par une puissance donnée, puis on analyse le résultat; on prend ensuite des proportions un peu plus grandes et un peu plus petites que les premières; si l'une de ces nouvelles dimensions paraît meilleure, on fait une autre tentative dans le même sens. On continue ainsi jusqu'à ce qu'on soit arrivé à un résultat qui satisfasse :

1° à la perte en watts dans le fer et le cuivre;

2° à l'élévation de température;

3° à la perte de charge sur le secondaire;

4° au prix de la matière et de la main-d'œuvre.

Proportions du noyau. — Les transformateurs modernes sont de deux types : ceux à noyau, ayant des circuits électriques courts et des circuits magnétiques longs, l'enroulement entourant le fer; les transformateurs blindés, dans lesquels le cuivre et les circuits magnétiques ont approximativement la même longueur, les enroulements étant presque entièrement enfermés dans le fer.

Les avantages du premier type sont les suivants :

1° les enroulements présentent une grande surface refroidissante;

2° ils sont accessibles;

3° l'enroulement est facile, car on peut employer des bobines cylindriques;

4° La régulation est bonne, la longueur des enroulements étant faible.

Les inconvénients sont : un poids de cuivre plus grand et une plus grande perte de matière dans le découpage des tôles.

Les avantages du second type sont :

1° Un circuit magnétique plus court et un courant magnétisant plus faible;

2° Une perte de tôle moins grande dans le découpage et un moindre poids de cuivre.

Les inconvénients sont que les bobines ne sont pas accessibles et que la surface refroidissante est plus faible.

Le noyau du premier type peut avoir les proportions suivantes, les branches étant carrées, ou bien deux ou trois différentes dimensions de tôles étant juxtaposées pour arriver à peu près à la section circulaire (fig. 1).

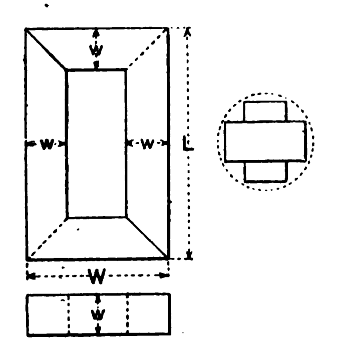


Fig. 1.

$$L = 4{,}6\ w + 10\ \text{cm},$$
$$\text{à } 4{,}7\ w + 10\ \text{cm},$$
$$W = 3{,}2\ w + 2{,}5\ \text{cm}.$$

Les tôles sont découpées en L et assemblées de façon à chevaucher les joints.

Le noyau Westinghouse, le plus employé pour les transformateurs blindés (fig. 2), a les proportions suivantes :

$$D = 3\ w \text{ à } 4\ w,$$
$$l = 1\ w \text{ à } 1{,}2\ w,$$
$$L = l + w,$$
$$d = 0{,}5\ w \text{ à } 0{,}6\ w,$$
$$W = 2\ w + 2d = 3\ w.$$

Les tôles sont coupées à l'endroit marqué XX, et on tord les côtés en arrière pour permettre d'entrer la plaque sur l'enroulement, la tôle suivante étant entrée du côté opposé, toujours en vue de chevaucher les joints.

Courant à vide. — Un transformateur bien étudié n'a pas de dispersion à vide : les pertes sont faibles. Considérons un courant alternatif primaire dont l'intensité maximum est C_m; il crée un flux N dans le noyau, flux qui varie avec le courant. Ce flux détermine dans chaque enroulement une force électromotrice en quadrature avec lui. Nous appellerons E_1 et E_2 ces forces électromotrices à 90° du flux. Comme les pertes sont pratiquement nulles, la force électromotrice primaire E_1 est égale à celle des conducteurs d'alimentation. La valeur maximum de E_1 est proportionnelle à la valeur maximum de N, à la fréquence f et au nombre de tours primaires T_1, soit à vide :

$$E_1 = 4{,}45\ N f T_1 \times 10^{-8}$$

On a de même :

$$E_2 = 4{,}45\ N f T_2 \times 10^{-8}$$

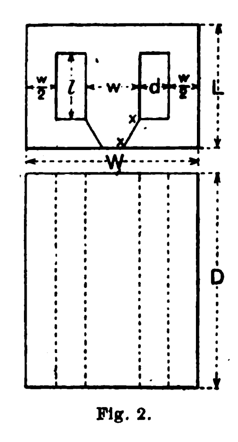


Fig. 2.

T_2 étant le nombre de tours du secondaire.

Ainsi $$\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Ceci cesse d'être exact lorsqu'on considère un transformateur en charge, à cause de la chute de tension due aux pertes dans le cuivre, et parce que le flux agissant sur le secondaire est réduit par la dispersion; le rapport des nombres de tours du primaire et du secondaire n'est donc plus exactement le rapport des tensions.

Courant magnétisant. — La figure 3 est le diagramme vectoriel d'un transformateur n'ayant pas de pertes et travaillant sur un circuit non inductif.

Si ON représente le flux dans le noyau, OC_m, en phase avec ce flux, est le courant magnétisant correspondant. Si un courant OC_2, en phase avec la force électromotrice secondaire, et par suite en quadrature avec OC_m, circule dans l'enroulement secondaire, on obtient le courant primaire en grandeur et en phase en traçant OC_1, de façon à compléter le parallélogramme $OC_1\ C_m\ C_2$; autrement dit, le courant magnétisant est la résultante du courant primaire et du courant primaire et du courant secondaire.

La puissance fournie au transformateur est

$$E_1 C_1 \cos\varphi$$

et celle fournie par lui est

$$E_2 C_2$$

La figure 4 est le diagramme à vide d'un transformateur avant des pertes dans le fer et dans le cuivre.

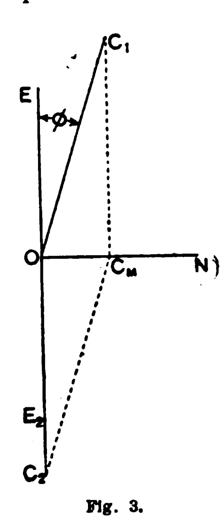


Fig. 3.

V est la tension d'alimentation. Soit P_h la puissance perdue par l'hystérésis et les courants de Foucault dans le fer; le courant d'hystérésis est donc $C_h = \frac{P_h}{V}$.

Ce courant doit agir exactement comme le cou-

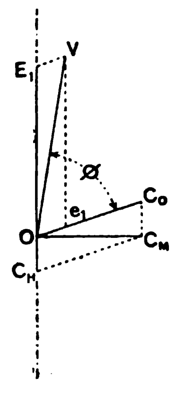


Fig. 3.

rant secondaire, les tôles pouvant être considérées comme de petits secondaires en court-circuit.

Traçons OC_m, courant magnétisant et OC_h, en quadrature, courant d'hystérésis; le courant à vide est la somme vectorielle de ces deux courants

$$C_o = \sqrt{C^2_h + C^2_m}$$

Si l'on désigne par P_r les watts perdus par effet Joule dans l'enroulement primaire, la perte en volts sera

$$e = \frac{P_r}{C_o}$$

et si l'on trace O*e* en phase avec C_o, on obtient OV, tension fournie au transformateur, et qui est la résultante de OE_1 et de O*e*. La puissance absorbée par le transformateur, *à vide*, est

$$VC_o \cos\varphi$$

Dans la plupart des cas, *e* est négligeable à vide.

Calcul du courant à vide. Courant magnétisant. — Si l'on appelle

C_m le courant magnétisant,
N la valeur maximum du flux dans le noyau,
l la longueur moyenne du circuit magnétique en centimètres,
A la section effective du noyau en centimètres carrés
B l'induction maximum $\left(=\frac{N}{A}\right)$,

on trouvera, d'après une courbe d'aimantation du fer employé, le nombre d'ampères-tours nécessaires par centimètres de longueur, pour l'induction $\mathfrak{B}$.

On en déduira $C_m = \frac{\text{amp.-tours par cm} \times l}{1{,}41\ T_1}$.

Courant d'hystérésis. — Ce courant dépend de la puissance perdue dans le fer. Les courants de Foucault sont proportionnels à $\mathfrak{B}^2$, au carré de la fréquence et au carré de l'épaisseur des tôles. Ils sont moindres pour un mauvais fer que pour un fer pur, car ils dépendent de la résistivité et, pour la même raison, ils diminuent légèrement lorsque la température s'élève. Pour des tôles de $\frac{35}{100}$ de mm, en bon fer, on peut calculer les watts perdus par kilogramme d'après la formule approchée :

$$0{,}0365 \left(\frac{f}{100} \times \frac{\mathfrak{B}}{1000}\right)^2$$

ou pour des plaques d'une épaisseur *t* quelconque, en centimètres

$$\text{watts perdus par kg} = 3{,}1\ t^2 f^2 B^2 \times 10^{-9}.$$

La perte par hystérésis est proportionnel à la fréquence et à $\mathfrak{B}^{1,6}$; elle est indépendante de l'épaisseur des tôles et de la température dans les limites ordinaires. Elle augmente avec le temps et avec l'échauffement continu et, dans une certaine mesure avec la pression. Toute espèce de tôle destinée à être employée dans les transformateurs doit être essayée en ce qui concerne « son vieillissement », ou augmentation des pertes dues au fonctionnement prolongé. On peut, pour tout échantillon de fer, tracer une courbe des watts perdus, à une fréquence donnée, en fonction de $\mathfrak{B}$.

La figure 5 donne ces valeurs, pour les meilleures tôles anglaises de $\frac{35}{100}$ de mm d'épaisseur, à la fréquence 100. Pour n'importe quelle valeur de $\mathfrak{B}$, la perte à la fréquence 50 serait deux fois moindre. En ajoutant les deux ertes trouvées ci-dessus et

en appelant P_h la somme des watts perdus en courants de Foucault et en hystérésis, on a

$$Ch = \frac{Ph}{V}$$

et le courant à vide est

$$Co = \sqrt{Ch^2 + Cm^2}.$$

Rendement. — Appelons Pr la somme des pertes dans le cuivre du primaire et du secondaire à une charge quelconque, P_h la perte totale dans le fer, constante à toutes les charges; $\cos\theta$ le cosinus de l'angle de décalage dans le circuit secondaire, variant de 0,6, lorsque la charge est un moteur, à 1 lorsque la charge est de l'éclairage.

Le rendement est

$$\frac{E_2 C_2 \cos\theta}{E_2 C_2 \cos\theta + Pr + Ph}.$$

Elévation de température du transformateur. — L'échauffement dépend : 1° des watts perdus par unité de surface refroidissante; 2° des conditions de refroidissement : transformateur fermé ou ouvert; avec ou sans huile; avec circulation d'eau dans des tubes traversant l'huile; avec courant d'air forcé, etc. Si nous considérons deux transformateurs semblables, dont l'un a des dimensions linéaires qui sont n fois celles de l'autre, la valeur de $\mathfrak{B}$ étant la même, et l'espace occupé par les enroulements étant proportionnellement le même, la surface refroidissante ne sera augmentée que dans le rapport de n^2 à 1, alors que la puissance a augmenté dans le rapport de n^3 à 1. Il faut donc, dans les grands transformateurs, réduire autant que possible l'élévation de température.

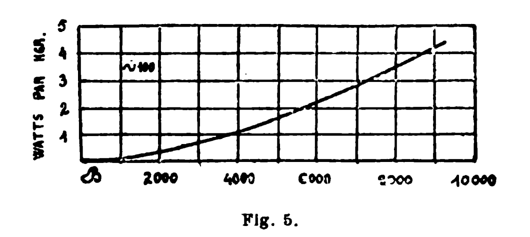


Fig. 5.

Il est assez difficile d'exprimer par une formule l'élévation de température d'un transformateur, pour une valeur donnée du rapport des watts perdus à la surface refroidissante, car une surface refroidissante mal disposée peut donner lieu à un grand échauffement local. Pour cette raison, le refroidissement par l'huile est à recommander; car il tend à égaliser la température dans l'ensemble du transformateur. Si on n'emploie que le refroidissement par l'air, il faut apporter plus de soin dans la subdivision des bobines et dans la disposition de la circulation d'air entre ces bobines. Une circulation d'air dans le noyau peut être également nécessaire.

Si le transformateur est dans une enveloppe fermée, la surface de cette enveloppe doit être aussi grande que celle du transformateur; on peut y arriver en la munissant d'ailettes. En général, les transformateurs refroidis par l'air doivent être dans des enveloppes ouvertes, permettant une libre circulation. Les transformateurs à huile sont forcément enfermés. Pour les grandes dimensions, une circulation d'eau dans un serpentin immergé dans l'huile est à recommander. Les grands transformateurs refroidis par l'air sont quelquefois pourvus d'un petit ventilateur-moteur, dont la puissance varie de 0,25 0/0 à 0,1 0/0 de celle du transformateur.

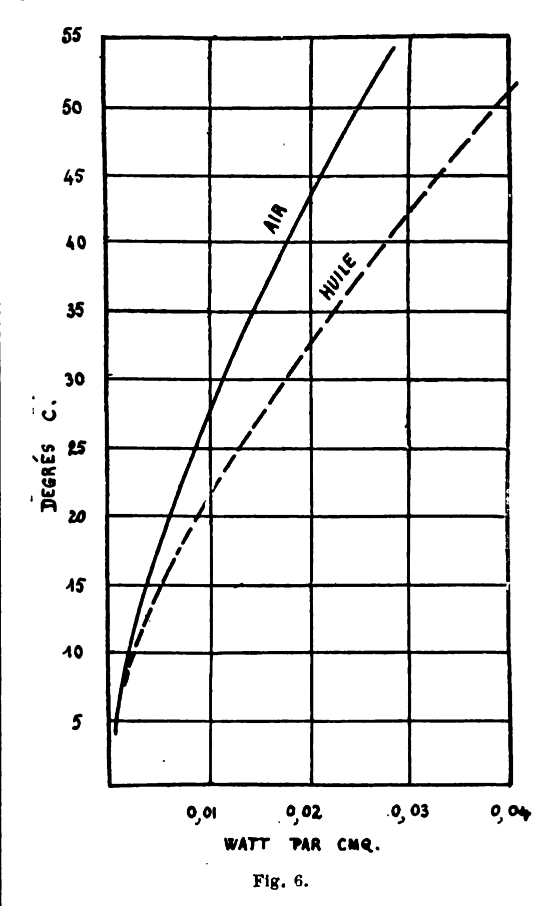


Fig. 6.

On pourra se servir des formules suivantes, lorsque le quotient m des watts totaux perdus dans le transformateur, par la surface refroidissante en centimètres carrés, n'est pas plus grand que 0,062.

Refroidissement naturel par l'air. — Elévation finale de température (degré C).

$$571\, m^{\frac{2}{3}}.$$

Refroidissement par l'huile. — Elévation de température.

$$428\, m^{\frac{2}{3}}$$

La figure 6 représente les courbes qui correspondent à ces équations.

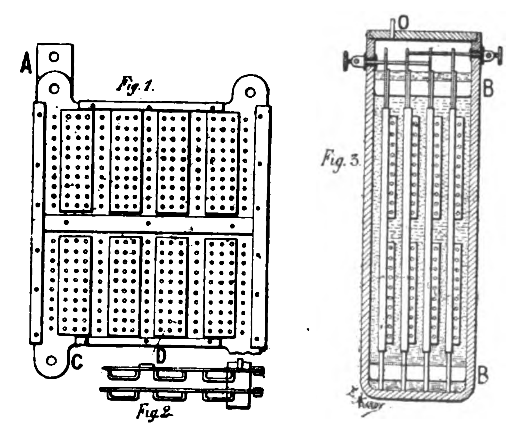
W. B. Woodhouse.

Traduit de *The Electrician*.)

(*A suivre.*)

L'ACCUMULATEUR EDISON

Il y a quelques semaines les journaux quotidiens ont reproduit d'après leurs confrères américains de sensationnelles indiscrétions provenant de l'entourage de M. Edison. L'illustre Américain s'occupait d'accumulateurs et devait prochainement faire connaître les merveilleux résultats qu'il avait obtenus. Les journaux techniques d'outre-mer ont depuis démenti en partie les détails fournis par les quotidiens et l'*Electrical World* nous annonçait qu'il faudrait nous résigner à ne connaitre les résultats des recherches de M. Edison que dans quelques semaines : ces travaux devant faire l'objet d'une communication de M. Kennelly à l'*American Institute of Electrical Engineers*. Nous étions déjà résignés à ce cruel sacrifice quand une nouvelle indiscrétion probablement nous permet de connaitre la voie suivie dans ces recherches et un des modèles pratiques d'accumulateurs proposés par M. Edison.



Accumulateur Edison.

Le procédé si ingénieux employé pour nous faire cette révélation semble *a priori* plus ingénieux que la révélation même et il est bien probable que cette célèbre invention fût restée très obscure tout au moins momentanément si elle n'avait pas été présentée avec cette maestria.

La voie nouvelle dans laquelle M. Edison a dirigé ses recherches est celle qu'avaient ouverte les travaux de MM. Lalande et Chaperon, il y a dix-huit ans, et l'accumulateur inventé par M. Edison est celui breveté en mai 1887 par M. Desmazures, sauf quelques modifications.

La description de cet accumulateur est extraite d'un brevet anglais et a été publiée par le *Central-blatt fur Accumulatoren* du 15 mars.

L'électrode négative, c'est-à-dire le pôle positif de l'élément est constitué par du sous-oxyde de cuivre ou oxyde rouge et l'électrode positive par du cadmium au lieu du zinc employé dans l'accumulateur Desmazures-Commelin-de Baillache. L'électrolyte est une lessive de soude caustique. Il paraît que l'accumulateur ainsi constitué est identique à celui décrit par MM. Schmidt et Junger dans leur brevet suédois.

La force électro-motrice serait de 0,44, c'est-à-dire un peu plus du cinquième de celle du couple plomb et la moitié de celle du couple Desmazures-Commelin-de Baillache. Cette valeur nous semble un peu basse; la substitution du cadmium au zinc ne devrait pas produire une telle diminution du voltage. On ne nous dit pas qu'elle est la chute de voltage utilisable, ni quel est le rendement en quantité et en énergie. Dans l'élément Desmazures-Commelin de Baillache, la force électromotrice était de 1 volt et la différence de potentiel moyenne en décharge de 0,85 volt et en charge de 1,40 volt; le rendement en quantité de 90 0/0 et le rendement en énergie de 65 à 70 0/0.

Les perfectionnements que M. Edison prétend avoir réalisés portent sur les points suivants : Emploi de cuivre très finement divisé qui permet, paraît-il, de former de l'oxyde anhydre en évitant la production des oxydes hydratés solubles dans les liqueurs alcalines; par suite, suppression des couples locaux produits par les dépôts de cuivre sur l'électrode positive; suppression des enveloppes poreuses employées antérieurement pour éviter le dépôt du cuivre sur l'électrode positive; diminution du liquide par suite de la suppression des oxydes hydratés. Grâce à ces modifications, on réaliserait des batteries d'un poids moitié moindre que les batteries actuelles.

Le brevet donne tout d'abord des détails sur les procédés qu'il convient d'employer pour la préparation des matières premières destinées à l'accumulateur. Ces procédés semblent très délicats. M. Edison a observé, avons-nous dit, que l'oxyde de cuivre très divisé jouit de propriétés particulières. Il obtient l'oxyde à cet état particulier en réduisant par l'hydrogène le carbonate de cuivre pur; il faut avoir soin que la température soit aussi basse que possible, sinon la densité du cuivre est plus élevée.

Le cadmium est obtenu, à l'état pur, fibreux et très finement divisé par électrolyse, avec une grande densité de courant, d'une solution étendue de sulfate en employant comme cathode un fil fin de platine et comme anode une feuille de cadmium. On enlève le dépôt de temps en temps et on le lave à l'eau pour dissoudre le sulfate dont il est imprégné.

Les supports employés pour contenir les matières actives sont constitués par une feuille mince

perforée de nickel sur laquelle sont fixés des augets rectangulaires en nickel ou en métal nickel, qui font saillie sur une face de la feuille; ces augets sont également perforés; l'extrémité inférieure de la feuille porte deux oreilles, une à chaque angle; ces oreilles sont percées d'un trou dans lequel s'engage des boulons isolés qui servent à serrer les plaques ensemble. Aux deux angles supérieurs, se trouve un dispositif analogue, et l'une de ces dernières oreilles se prolonge de façon à former la queue de la plaque sur laquelle se fait la prise de courant. Les plaques de même polarité sont réunies par un boulon qui traverse les queues de connexion. Les pôles de l'élément sont constitués par ces deux boulons qui traversent également les parois latérales opposées du bac.

L'oxyde de cuivre préparé comme il est dit plus haut est monté sous une légère pression en forme de blocs ayant exactement la dimension des augets. Ces blocs sont ensuite placés dans les augets; il faut que les blocs puissent entrer dans les augets sans difficulté, mais qu'ils les remplissent complètement. Les plaques positives ainsi préparées sont chauffées dans une enceinte fermée pendant six à sept heures jusqu'à 260°, de façon à transformer le sous-oxyde en oxyde noir. Il faut éviter que la température s'élève davantage parce que la densité serait augmentée. On traite alors les plaques par électrolyse de façon à réduire l'oxyde cuivrique en cuivre métallique.

Le cadmium obtenu par le procédé décrit ci-dessus est mis dans les augets des plaques négatives.

Le bac dans lequel on vient placer les plaques ainsi préparées est, soit en nickel, soit en fer nickelé intérieurement. Il peut être complètement clos; il suffit de ménager une petite ouverture dans le couvercle pour l'évacuation des gaz qui se dégagent quand la charge est presque terminée. L'électrolyte est composé d'une solution aqueuse à 10 0/0 de soude pure.

A la charge, en marche normale, le cuivre de la plaque positive se transforme en oxyde cuivreux, et l'eau est décomposée, tandis que, à la plaque négative, le cadmium se dépose; à la décharge, il se produit de l'oxyde de cadmium, l'eau est régénérée et l'oxyde cuivreux retourne à l'état métallique. Nous avons vu plus haut qu'il s'agit, d'après M. Edison, d'une très faible quantité d'électrolyte pour obtenir ces réactions; aussi les plaques positives et négatives peuvent être serrées l'une contre l'autre avec interposition d'une matière isolante telle que l'amiante qui peut s'imprégner de liquide.

Il paraît qu'il n'y a aucun couple local entre le cadmium et le nickel et que l'usure est insignifiante.

Nous croyons volontiers que les résultats indiqués ont été obtenus en laboratoire, mais il serait bon de les voir confirmer dans la pratique pour être fixé sur la valeur d'un élément qui, sous sa forme primitive, a donné lieu à bien des déboires; il est certain que si la dissolution des oxydes de cuivre peut être évitée, on aura singulièrement amélioré ce type d'accumulateurs; mais les procédés de fabrication indiqués sont si complexes que ce perfectionnement parait ne pouvoir être obtenu qu'au prix de précautions toutes particulières qui sont peu compatibles avec la pratique industrielle. D'autre part, nous ne voyons pas bien comment se comportera cet oxyde pulvérulent dans les augets perforés; ni même comment on évitera que le cadmium ne se dépose à l'extérieur des augets négatifs.

Il faut ajouter que le prix d'un tel élément sera bien élevé pour que son emploi devienne courant. Les matériaux employés dans l'élément Desmazures-Commelin et de Baillache coûtaient à peu près quatre fois plus cher que ceux de l'accumulateur au plomb; avec les soins particuliers qui sont nécessaires pour produire les matières premières de l'élément nouveau, il faut compter sur des prix bien plus élevés encore. Il ne faut pas non plus perdre de vue que le cadmium est un métal relativement rare.

Avant de conclure, nous attendrons la communication de M. Kennelly qu'on nous promet à brève échéance: mais nous ne cachons pas que nous sommes pour l'instant un peu sceptiques quand on nous annonce qu'à puissance égale la nouvelle batterie a un poids moitié moindre que celui des batteries actuelles au plomb, alors que le poids de l'élément Desmazures-Commelin et de Baillache était un peu supérieur à celui des batteries légères actuelles.

A. Bainville.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, le 10 mai.

Éclairage électrique en Angleterre. — La corporation qui distribue l'énergie électrique dans le district de Deptford a traversé pendant ces derniers temps une période fort embarrassée. L'année dernière elle avait dû fermer entièrement sa station depuis avril jusqu'en octobre et acheter l'énergie à d'autres compagnies afin de conserver ses abonnés existants. Les machines avaient même été enlevées. Quelques-unes sont maintenant rétablies et de nouvelles y ont été ajoutées; on compte actuellement six chaudières supplémentaires du type dit « Economique » et autant de chaudières Babcok et Wilcox. Tout un ensemble de tuyautage double a été établi pour la station entière, car l'ancien système était insuffisant et absolument inefficace. Le matériel générateur a été entièrement renouvelé, l'ensemble des transformateurs qui se trouvaient dans la station a été transféré dans un bâtiment spécial,

de manière à localiser le service et à obtenir un bon fonctionnement. Un nouveau tableau de distribution d'un type tout moderne commandant l'excitation des machines a été monté. Toutes ces modifications ont été, parait-il, absolument nécessaires à cause du manquement de parole des adjudicataires qui n'ont pas fourni ce qui leur avait été commandé pour l'hiver de 1899. Il en est résulté que l'ancien matériel, insuffisant, a été soumis à une surcharge excessive et finalement qu'il a été détérioré et mis hors de service. On assure que les dépenses occasionnées par tous ces changements seront amplement couvertes par les économies qui ont été antérieurement réalisées. Les actionnaires ordinaires n'ont reçu aucun dividende, chose à laquelle ils commencent à s'habituer, mais les actionnaires de préférence ont dû, chose plus grave, s'en passer également.

***

Les Tramways électriques de Glasgow. — Le grand réseau électrique des tramways à trolley de la ville de Glasgow a, cette semaine, été inauguré définitivement. Quand tout sera complet, il se composera de 75 milles de doubles voies, et le capital dépensé s'élèvera à 2 millions de livres. Actuellement il y a 44 milles en exploitation. La grande station génératrice de Pinkston fournit du courant triphasé à haute tension et le transmet à des convertisseurs rotatifs installés dans des sous-stations; cette station a coûté près d'un demi-million de livres et les ingénieurs affirment qu'il n'y en a pas une pareille dans le monde entier. Un fait intéressant à noter, c'est que l'on put y voir des moteurs Américains et Anglais fonctionnant côte à côte, en rivaux. Nous espérons pouvoir donner prochainement quelques détails sur les machines de cette importante station.

***

Les Tramways et l'Eclairage électrique de Wigan. — La Corporation de Wigan dans le Lancashire vient d'inaugurer et de livrer au public son réseau d'éclairage électrique; le système de distribution est à courant continu, à trois fils avec 230 volts de tension aux bornes des lampes. Les dynamos alimentent et l'éclairage et la traction. Un appareil à chaines pour convoyer le charbon et un élévateur entrainés par des moteurs électriques Fuller Wenstrom amènent le combustible depuis les chalands de la rivière jusqu'aux chaudières. Ces dernières consistent en quatre Balcok et Wilcox avec surchauffeurs et brûleurs à chaîne. Les moteurs compound au nombre de trois sont des Willans à triple manivelles, avec condenseurs et éjecteurs Korting. Il y a deux génératrices multipolaires de 210 kw fournis par la Compagnie anglaise General Electric; elles donnent 420 ampères sous 400 et 560 volts pour la taction; deux autres de 150 kw seulement sont absolument semblables; elles sont à six pôles à enroulement compound pour la traction et à enroulement shunt pour l'éclairage. Il y a en outre deux moteurs générateurs fonctionnant à 50 ampères sous 230 volts de chaque côté et une batterie de 280 éléments E. P. S. Le tableau de distribution, monté sur une galerie, comprend cinq panneaux pour les dynamos, un panneau pour les accumulateurs, un pour les feeders d'éclairage et trois pour la traction. Les canalisations sont posées dans des conduits Doulton. Actuellement les tramways comptent 1,3 milles de longueur de voie seulement avec 12 voitures à impériales. Tout d'abord on avait mis en service un petit matériel générateur pour se rendre compte du fonctionnement; la station a commencé à fonctionner avec 9000 lampes et déjà on a fait des commandes pour augmenter le matériel.

***

Les Téléphones municipaux en Angleterre. — La Corporation de Brighton a décidé de monter un bureau téléphonique municipal, soit une dépense de 43 000 livres. La ligne comprendra d'abord 2000 postes. Les fils seront souterrains, posés dans des tuyaux de fonte, dans les principales rues et aériens en certains points déterminés. Les abonnés paieront 7 livres par an, ou bien 3 livres, 10 shillings et 1 penny par appel.

***

Les courants de traction et l'électrolyse. — On s'occupe beaucoup, parmi les Compagnies de distribution d'eau et de gaz, d'une demande qui a été introduite près du Parlement pour l'insertion, dans les règlements de traction électrique, d'un article rendant les Sociétés de traction responsables des dommages possibles causés par l'électrolyse sur les tuyaux souterrains de gaz et d'eau installés dans le voisinage de tramways à trolley. Elles ont probablement appris que certains effets désastreux avaient été provoqués par des lignes de tramways en Amérique, où l'on n'accorde que très peu d'attention aux conséquences que le courant électrique peut avoir, et elles ont craint que leurs tuyaux à eau ou à gaz soient aussi maltraités en Angleterre qu'aux États-Unis.

Actuellement, cette question n'est pas résolue ici d'une manière uniforme. Les règlements du Board of Trade anglais donnent une sûreté suffisante pour prévenir tout effet électrolytique important : la différence de potentiel ne doit pas excéder 7 volts entre le tableau de la station génératrice et l'extrémité de la ligne et, en pratique, par suite des procédés efficaces employés pour les connexions et les joints, on ne constate guère que 2 ou 3 volts.

Les règlements du Board of Trade ont été très fréquemment accusés d'être la cause des retards dans les progrès de la traction électrique. Si cela était, les Compagnies de gaz et d'eau se montrent encore beaucoup plus encombrantes et agressives contre la traction et les progrès de l'électricité; ces progrès, d'ailleurs, sont tellement accentués, qu'ils ne peuvent craindre d'être arrêtés par un obstacle pareil. Cependant, il est évident que l'on ne trouverait pas aussi facilement des fonds pour de nouvelles entreprises de tramways, s'il était démontré qu'elles nécessiteraient le renouvellement à bref délai de tous les tuyaux d'eau et de gaz. Nous croyons pourtant que les courants des tramways ne sont pas seuls coupables des méfaits et que 'autres causes toutes différentes viennent s'interoser. Malheureusement pour cette question, l'avis

des Compagnies du gaz a été fortifié, dans plusieurs cas, par l'opinion conforme d'éminents professeurs d'électricité.

***

L'Institution des Ingénieurs électriciens anglais. — Un rapport intitulé « Note sur l'emploi du galvanomètre différentiel » a été entendu par l'Institution, dans sa dernière séance. L'auteur, M. C. Crawley, déclare qu'il a l'intention, d'abord de dire quelques mots en faveur de cet instrument ancien, mais efficace, qui est tombé en désuétude, et aussi de montrer la manière de l'employer dans des recherches modernes. Depuis quelque temps, lorsqu'on avait besoin de mesurer de faibles résistances, on avait recours au potentiomètre, qui était préférable à certains points de vue, mais très sujet à erreur, et c'est pourquoi il pensa à se servir du galvanomètre différentiel. En présence des mauvais résultats souvent obtenus, et comme il savait combien il est difficile de régler un galvanomètre différentiel, il prit le taureau par les cornes et, supprimant tout réglage, il pourvut simplement les bobines du galvanomètre d'un double enroulement, c'est-à-dire avec un double fil, et il usa de cet instrument tel que, sans réglage. Il montre ensuite à ses auditeurs un potentiomètre qu'il a établi il y a quelque temps déjà et dont il fait un fréquent usage. Il comporte deux cadrans : l'un, d'environ 16 ohms, divisé en 150 parties égales; l'autre, qui, dans son ensemble, est égal à une partie du premier, est divisé en 100 parties, de telle sorte qu'il donne l'équivalent d'un circuit à curseur divisé en 15 000 parties. Ce qui est amplement suffisant pour un travail pratique, sans que l'on puisse craindre de faciles détériorations de la part des « ennemis naturels » des instruments de mesure, à savoir : les ouvriers et les étudiants. Mais l'auteur fait remarquer ici qu'il faut alors penser au travail qu'il y a pour ajuster les 150 contacts d'environ 0,1 chacun et en plus les 100 autres contacts d'environ 0,001. Au contraire, dit-il, avec le galvanomètre différentiel, le travail est excessivement simple et le résultat s'obtient très facilement, sans manœuvres délicates. Une autre méthode d'emploi du galvanomètre différentiel est alors montrée par M. Crawley : c'est une méthode d'atelier pour les mesures à moins de 0,1 et 0,01 ou plus encore. Il la détaille à l'aide d'un diagramme dans lequel il montre un fil à curseur monté en séries avec la résistance à mesurer et une pile. Une bobine du galvanomètre différentiel est reliée à l'extrémité de la résistance, l'autre bobine est réunie à une extrémité du fil et au contact mobile; la longueur totale du fil étant divisée en 1000 parties (chaque division est d'environ 1 mm. et égale à 0,0001 ohm). Le fil a un diamètre de 0,002 m, de manière à ne pas avoir à craindre l'usure; il fonctionne parfaitement avec un courant de 5 ampères. M. Crawley ajoute qu'il ne propose pas l'emploi du galvanomètre différentiel pour les mesures très exactes, la méthode Carey Foster est excellente dans ce cas; mais, en-dessous de 10 ohms, le galvanomètre est inappréciable et donne des résultats qu'il serait difficile d'atteindre pratiquement par d'autres procédés. C'est ainsi que la conductibilité de deux barres de cuivre peut être comparée avec une intensité très raisonnable, soit 10 ampères, par exemple, pour des barres d'un pouce carré de section et l'on obtient le résultat à 0,1 près avec des points de contact distants l'un de l'autre 0,24 m.

Dans cette même réunion, M. Albert Campbell a présenté un travail sur les méthodes de mesure de laboratoire pour les courants alternatifs. L'auteur décrit un certain nombre de procédés dont quelques-uns peuvent servir dans toutes les applications en général, tandis que d'autres ne sont acceptables que dans des cas spéciaux. Le travail de M. Campbell est divisé en plusieurs parties, selon les applications et les méthodes employées. La première partie est consacrée aux méthodes de mesure des transformateurs, intensité, tension et puissance; la deuxième est spéciale aux wattmètres; la troisième est réservée aux méthodes thermiques; les quatrième et cinquième parties contiennent des observations sur des procédés particuliers. L'instrument de M. Riccardo Arno pour mesurer la différence de phase entre deux courants est décrit dans un appendice.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 19 AVRIL 1901. (*Fin*).

Etude sur les divers systèmes d'éclairage. Distribution de chaleur. Force motrice, par M. Lauriol. — L'auteur expose les récents progrès relatifs à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice, et en même temps ses recherches personnelles sur ces diverses questions.

Il passe en revue les progrès de l'éclairage au gaz par incandescence, qui permet actuellement de ne brûler que 10 à 15 litres de gaz (soit 0,30 cent) par carcel-heure, au lieu de 105 litres qu'exigeait le bec Argan et des 130 qu'exige le bec papillon. Il indique les diverses méthodes de production des gaz pauvres (gaz à l'eau) obtenus par le passage de la vapeur d'eau sur le charbon incandescent, auxquels, en Angleterre, on mêle des vapeurs de pétrole; on obtient ainsi un mélange pratiquement comparable au gaz ordinaire, au triple point de vue de l'éclairage, du chauffage et de la force motrice.

Les lampes à pétrole lampant, qui ont malheureusement l'inconvénient de siffler et dont l'allumage exige quelques minutes, ne consomment par carcel-heure que 4 grammes de pétrole, soit 0,12 cent, tandis que les lampes à pétrole ordinaire consomment dix fois plus.

Le prix élevé du carbure de calcium (au moins 0,25 fr le kg) porte à 0,72 cent le carcel heure fourni par l'acétylène. L'auteur insiste sur les inconvénients des orifices très fins d'écoulement de l'acétylène qui sont nécessaires et malheureusement difficiles à réaliser parfaitement; il indique des résultats personnels relativement à l'éclairage par l'acétylène. L'incandescence par l'acétylène fournit le carcel-heure à 0,15 cent.

M. Lauriol passe ensuite à l'électricité. Il parle des lampes à arc sans rhéostat employées avec succès dans quelques rues de Paris, des nouvelles lampes à incandescence (lampe Nernst, lampe à

osmium de M. Auer, lampes à filament de bas voltage, lampes à filament de haut voltage, 220 volts).

Le chauffage électrique revient à 0,15 fr le kilowatt-heure, prix environ égal à 6 fois celui que coûte le chauffage au gaz. D'après des au expériences de l'auteur, il y a, dans le chauffage au gaz, perte de la moitié de la chaleur dans la cheminée. La calorie-gaz ne coûterait que $\frac{1}{12}$ de la calorie électrique si elle était utilisée intégralement.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 avril 1901. — M. Lippmann présente une note de M. L. Décombe *sur la mesure de la période des oscillations électriques par le miroir tournant*, dans laquelle l'auteur donne quelques explications complémentaires sur la méthode du miroir tournant (1) et une note de M. G. A. Hemsalech *sur le spectre de bandes de l'azote dans l'étincelle oscillante* (2).

M. A. Haller présente une note de M. P. Th. Muller *sur la variation de composition des eaux minérales et des eaux de source décelée à l'aide de la conductibilité électrique*, dans laquelle l'auteur expose que la mesure de la conductance d'une eau permet de constater facilement et rapidement les variations imprévues de sa composition et que cet essai, effectué pendant un certain temps, à diverses reprises, doit toujours précéder toute analyse chimique complète d'une eau minérale (3).

M. Marey présente une note de M. Georges Weiss intitulée : *Recherches sur les constantes physiques qui interviennent dans l'excitation électrique du nerf* (4).

M. d'Arsonval présente une note de M. Aug. Charpentier ayant pour titre : *Mesure directe de la longueur d'onde dans le nerf à la suite d'excitations électriques brèves* (5).

BIBLIOGRAPHIE

On annonce la très prochaine mise en vente, à la librairie Dunod, 49, quai des Grands-Augustins, à Paris, d'un ouvrage très important : *les Automobiles électriques*, par Gaston Sencier, ingénieur des Arts et Manufactures, et A. Delassalle, ingénieur-électricien, avec une préface de Charles Jeantaud, qui fut le véritable créateur de l'industrie des voitures électriques en France.

Ce nouveau livre qui constitue le premier travail réellement complet sur une question encore peu connue, formera un beau volume de 400 pages, enrichi de nombreuses gravures.

Gaston Sencier est un des hommes de France qui ont le plus étudié les voitures automobiles et qui les connaissent le mieux. A Delasalle a acquis une très grande compétence dans toutes les questions d'électricité. *Les Automobiles électriques* obtiendront donc certainement un très vif succès.

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 1037.
(2) *Ibid.*, p. 1040.
(3) *Ibid.*, p. 1046.
(4) *Ibid.*, p. 1068.
(5) *Ibid.*, p. 1070.

Nouveau Dictionnaire général des Sciences et de leurs applications, par MM. P. Poiré, professeur au lycée Condorcet, Ed. Perrier, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'histoire naturelle, R. Perrier et A. Joannis, chargés de cours à la Faculté des sciences de Paris. Deux volumes grand in-4°, 3000 pages, 4000 gravures, paraissant en 48 livraisons, une livraison par quinzaine, prix : 1 franc. Prix de souscription à l'ouvrage complet : 40 francs payables en trois termes. (Librairie Ch. Delagrave, 15, rue Soufflot, Paris.)

La 17e livraison intéressera particulièrement ceux qui s'occupent d'électricité, tant au point de vue pratique et industriel, qu'au point de vue médical. La moitié de ce fascicule (60 pages) est consacrée à l'étude de l'électricité statique et de l'électricité voltaïque ou dynamique.

La première comprend le développement de l'électricité par le frottement, sa distribution et sa déperdition, son développement par influence ou par induction, les électroscopes, la théorie du potentiel électrique et son application à un certain nombre de phénomènes électriques, la condensation électrique, les effets mécaniques, calorifiques, lumineux, chimiques ou physiologiques de l'électricité statique.

Dans l'électricité dynamique, M. P. Poiré passe en revue, avec de nombreux développements, les expériences de Volta qu'il explique par la notion du potentiel, la pile de Volta, les courants électriques, la résistance des conducteurs, les lois d'Ohm et celles de Kirchhoff, les courants dérivés, les effets mécaniques, calorifiques, lumineux, chimiques des courants électriques, les lois de Faraday.

Les machines électriques font l'objet d'un article spécial, de même que les piles électriques.

A citer aussi dans ce 17e fascicule un article de technologie très documenté sur l'ébénisterie, un article d'astronomie sur les éclipses de lune et de soleil.

En sylviculture : Ecobuage, Ecorcement.

En zoologie : Ecrevisse.

En physique et en hydraulique : Ebullition, Ecoulement des fluides.

En chimie : Eau oxygénée, eaux naturelles.

En médecine : Eaux minérales, Eclampsie, Ecrasement, Eczéma, Electricité.

La 18e livraison contient la suite des piles hydroélectriques, les piles thermo-électriques, l'association des éléments d'une pile, les unités électriques, l'Electrodynamique, l'action de la terre sur les courants, l'Electromagnétisme, les actions réciproques des aimants et des courants, les Electromètres, etc.

En médecine, nous citerons les articles sur l'Electrothérapie, l'Eléphantiasis, l'Embolie, l'Emétique, l'Emphysème, l'Empoisonnement, l'Encéphalite, l'Encéphalocèle, les Engelures, Entérite, l'En-

torse, les affections morbides de l'Epaule, l'Epilepsie, l'Epistaxie ou hémorragie nasale.

En zoologie : Eléphant, Embryogénie, Engoulevent, Epeire, Eperlan, Ephémères, Epinoche, Eponge.

En agriculture : Engrais (végétaux, animaux, mixtes, minéraux), Enrayure, Ensilage.

En zootechnie : Engraissement (des bœufs, des moutons, des volailles).

En mécanique : Encliquetage, Engrenages, Equilibre.

En technologie : Electrotypie, Elévateurs, Email, Embatage, Emboutissage, Embrayage, Emeri, Emporte-pièce, Empreintes, Encaustique, Enclume, Encres, Enduits, Engobage, Epaillage, Epaississants, Epingles (leur fabrication).

La 19e livraison montre, comme les précédentes, avec quel soin cet ouvrage est rédigé et quels services il est appelé à rendre aux savants comme aux professeurs de tout ordre, aux agriculteurs comme aux industriels et aux gens du monde. Les articles de médecine y sont traités d'une façon simple et les indications qu'ils donnent seront on ne peut plus utiles à ceux qui veulent se rendre compte d'une maladie qu'ils redoutent ou seulement d'un malaise auquel ils sont sujets. C'est ainsi que pour l'Erysipèle, l'auteur ne se contente pas de le définir, il en indique l'origine et le traitement. De même pour l'Erythème et pour les maladies de la face, de l'estomac.

En géologie : les phénomènes d'érosion produits par les vents, par les eaux, les glaciers, la mer, sont décrits avec une précision qui montre combien il est nécessaire de connaître le passé de la terre pour comprendre les particularités de son relief actuel.

En chimie, nous trouvons les essences avec la description des quatre procédés principaux pour leur extraction industrielle; — l'Etain, avec ses principaux composés, les caractères de ses sels, sa métallurgie, son application à l'étamage; — les Ethers, le Fer, etc.

Toutes ces notices sont intéressantes et permettent au lecteur de s'éclairer sur une méthode, un procédé de fabrication, un point quelconque de science dont la découverte ou l'application sont récentes.

Impianti di illuminazione elettrica (*Les installations d'éclairage électrique*), par Emilio Piazzoli, 5e édition. Un vol. in-18 de 605 pages avec 264 figures, 90 tableaux et deux planches hors texte. Prix : 6 lires 50. (Milan, Ubrico Hoepli, éditeur.)

Cet excellent ouvrage fait partie de la collection des manuels Hoepli, qui ne comprend pas moins de 700 ouvrages techniques. En très peu de temps quatre éditions successives ont été épuisées, ce qui prouve que ce manuel a été apprécié comme il le méritait et a eu un succès bien légitime.

La nouvelle édition renferme des additions importantes, notamment sur les accumulateurs et sur les transformateurs, et principalement sur les frais d'établissement et d'exploitation des stations centrales. A signaler également des détails très précis et des exemples numériques, concernant les distributions par courants alternatifs, qui seront utilement consultés par tous les praticiens.

Nous ne pouvons que répéter ce que nons avons déjà dit dans les précédents comptes-rendus bibliographiques de cet utile manuel, c'est qu'il constitue un vade-mecun indispensable à tous les ingénieurs, constructeurs et ouvriers qui soccupent d'éclairage électrique. Les nombreuses données pratiques qu'il contient et la clarté d'exposition des principes théoriques, en font un ouvrage à la portée de tous les lecteurs.

CHRONIQUE

Les installations électriques de Drontheim (Norvège).

A propos des progrès de l'industrie électrique en Norvège, l' « Elektrotechnische Rundschau » de Francfort-sur-Mein, publie l'information suivante :

L'éclairage électrique ne trouve nulle part un emploi aussi précieux que dans les hautes régions septentrionales de l'Europe où les habitants, durant les longs mois d'hiver, ne peuvent recourir qu'à la lumière artificielle. Les belles villes norvégiennes de Hammerfest et Tromsö, situées dans la zone polaire, s'éclairent déjà depuis longtemps à l'électricité; aujourd'hui c'est l'antique Drontheim qui va bénéficier d'une installation électrique. Cette installation est due à deux maisons allemandes : la société Schuckert de Nuremberg et la société Siemens et Halske de Berlin. La première de ces sociétés a monté la station primaire et la station secondaire, tandis que la maison Siemens et Halske s'est chargée des canalisations aériennes et du réseau de câbles souterrains, ainsi que de la fourniture des transformateurs. Le coût des stations primaire et secondaire, y compris les turbines fournies par une fabrique de Christiania, s'est élevé à environ 200 000 couronnes, alors que la pose des fils aériens et souterrains a entrainé une dépense d'à peu près 250 000 couronnes. La puissance hydraulique nécessaire est empruntée à la chute d'eau du Lerfossen, qui se trouve à une distance d'environ 8 km de Drontheim et dont la municipalité a fait l'acquisition. La station primaire est actuellement desservie par deux machines ayant chacune une puissance de 1 000 chx; mais les mesures utiles ont déjà été prises pour que l'on puisse éventuellement, dans l'avenir, disposer d'une puissance totale de 12 000 chx. Les courants triphasés sont produits sous une tension de 7 000 volts; ils sont amenés en ville par une ligne aérienne sur poteaux. A l'entrée de Drontheim, la canalisation devient souterraine; une ligne alimente la station secondaire destinée au service des tramways électriques, l'autre dessert les stations de transformateurs disposées en différents points. Dans ces dernières stations, le courant est abaissé à 150 volts et est alors distribué aux consommateurs par des câbles souterrains. Le tramway électrique à trolley, d'une longueur d'environ 3 600 m, utilise du courant continu sous 500 volts. Ce tramways a été installé par la société

Siemens et Halske; il a coûté environ 300 000 couronnes de première installation. — G.

-oo-

Le téléphone africain.

On se demande souvent comment les indigènes de l'Afrique parviennent à faire circuler les nouvelles à de grandes distances et avec une rapidité qui tient du merveilleux. L'explication de ce fait est simple : c'est que les nègres font usage d'un téléphone. Le téléphone soudanais diffère grandement, cela va sans dire, de celui d'Europe : il consiste soit en une défense d'éléphant creusée, soit en un tamtam. Au moyen d'un disque en écorce disposé à des distances différentes devant l'embouchure, on peut faire émettre à une défense d'éléphant convenablement préparée sept tons distincts qui s'entendent à une distance de plusieurs kilomètres. Il arrive souvent que, grâce à des appareils aussi simples, un message franchit jusqu'à une distance de 300 kilomètres par jour. Il y a quelques années, alors que Stanley Falls était la station extrême de l'Etat libre du Congo, il arriva que les vivres firent défaut au résident, M. Lerman. Ce dernier se disposait à envoyer un courrier au poste le plus proche, lorsque les indigènes lui dirent qu'une caravane était en marche pour le ravitailler et qu'elle se trouvait en ce moment à Bumba, à une distance d'environ 120 kilomètres. Une semaine plus tard, la caravane arriva; elle expliqua qu'elle s'était arrêtée à Bumba et que, de ce point, elle avait fait « téléphoner » la nouvelle de son approche. — G.

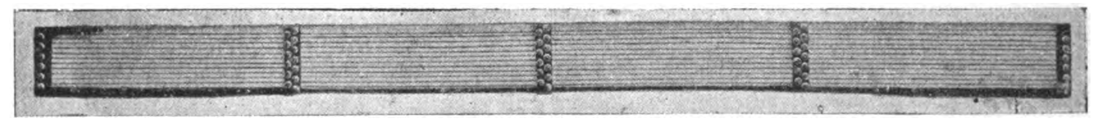
-oo-

Appareil électrique de chauffage pour les glaces des devantures de magasins.

Le chauffage électrique, grâce à sa facilité d'installation et à la simplicité des appareils, a déjà trouvé de nombreuses applications domestiques et industrielles. Dans certains cas, il a conquis droit de cité de façon durable. La société « Allgemeine Elektricitats » de Berlin vient de donner un nouvel exemple de la facilité toute spéciale avec laquelle ce mode de chauffage s'adapte aux diverses circonstances, en construisant un réchauffeur pour les glaces des devantures de magasins.

Cet appareil est destiné à prévenir la formation de buée, de givre et de glace sur les glaces qui protègent les étalages.

Il se compose d'un cadre en fer sur lequel, au moyen d'un dispositif spécial d'attache, des fils métalliques sont tendus de manière à ne pouvoir se relâcher ni se plier, même sous l'action de l'échauffement produit par le courant électrique. Par suite, on n'a pas à redouter la création d'un court-circuit dans l'appareil.



Appareil pour le chauffage électrique des devantures de magasins.

On donne à ce réchauffeur des longueurs variant entre 50 cm et 3 m; il absorbe, par mètre, environ 330 watts.

La résistance a été calculée pour que les fils, même à charge maximum, ne dépassent point la limite de température admissible. Cette limite est bien inférieure à la température nécessaire pour amener les résistances au rouge naissant.

Par rapport aux appareils à gaz employés pour le chauffage des devantures, les dispositifs électriques offrent une supériorité marquée, surtout au point de vue des risques d'incendie.

En effet, avec les brûleurs à flamme libre et surtout à gaz, on a toujours à courir le risque d'une combustion des marchandises exposées. Pour répondre à leur destination, ces brûleurs doivent être installés dans la partie inférieure de la fenêtre, et tout près de la glace, ce qui augmente considérablement les risques. De plus, un incendie est encore possible au moment de l'allumage, ainsi que lors de l'ouverture et de la fermeture de la porte d'entrée, sans parler des dangers d'une explosion de gaz que peut occasionner la rupture d'une conduite.

Tous les inconvénients que nous venons d'indiquer disparaissent avec le réchauffeur électrique, car, avec ce dernier appareil, sous la forme qui lui a été donnée, on n'a à redouter ni un court-circuit ni même une température trop élevée des résistances. Notons enfin que, pour faire fonctionner le réchauffeur électrique, il n'est pas indispensable de pénétrer dans la vitrine; en effet, l'interrupteur peut s'installer en un point quelconque du magasin. — G.

-oo-

Accidents survenus, en 1900, sur les tramways électriques de Munich.

L' « Elektrotechnische Rundschau » de Francfort-sur-Mein reproduit une statistique, établie par la police de Munich, des accidents auxquels ont donné lieu, en 1900, les tramways électriques de cette ville. D'après la statistique en question qui ne laisse pas d'être inquiétante, il y a eu 141 chocs et 149 blessures. Pour les blessures, 34 ont été occasionnées par des chocs; 176 autres sont dues à des écrasements et 39 aux imprudences commises par les voyageurs en descendant des voitures et en y montant. Deux personnes ont été tuées sur le coup, 50 grièvement blessées, 11 de ces dernières ont ensuite succombé et 97 ont été légèrement blessées. La responsabilité de l'accident a été imputée dans 8 cas au tramways, dans 106 cas au public; dans 33 autres cas, la question de responsabilité n'a pu être tranchée. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. De Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés-S.-Jacques



SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES

(Suite) (1).

Hystérésimètre d'Ewing. — Cet instrument, construit par la maison Elliott, de Londres, est très portatif et permet la détermination rapide et suffisamment approchée du coefficient d'hystérésis des tôles employées dans la construction des dynamos et des transformateurs.

Dans cet instrument (fig. 17), le travail d'hystérésis, intégralement transformé en chaleur, est mesuré par un couple.

Un aimant, en forme de C, est suspendu verticalement sur un couteau d'acier reposant sur un V en agate. Son centre de gravité est amené un peu au-dessous de l'axe de suspension et le système est libre d'osciller. L'échantillon, composé d'un certain nombre de tôles, de forme convenable, est monté sur un support à mâchoires susceptible de tourner autour d'un axe horizontal.

L'échantillon tourne ainsi entre les pôles de l'aimant et subit des variations de flux, le flux étant maximum lorsque cet échantillon se trouve orienté suivant la ligne des pôles et minimum lorsqu'il est perpendiculaire à cette ligne

Un entrefer convenable est réservé de manière que l'échantillon ne puisse toucher l'aimant pendant son mouvement de rotation.

Lorsque la vitesse angulaire atteint une valeur convenable, l'aimant tend à suivre les tôles et s'incline vers la gauche ou vers la droite, suivant le sens de rotation.

Le moment du couple qui produit l'inclinaison de l'aimant équilibre le travail d'hystérésis.

Cet instrument constitue, en réalité, un simple comparateur; c'est par le rapport des inclinaisons que prend l'aimant, lorsqu'on fait successivement tourner entre ses pôles des échantillons-types et l'échantillon à essayer, qu'on détermine le coeficient η de ce dernier.

Les échantillons-types qui sont livrés avec l'hystérésimètre ont été étudiés, par le constructeur, au moyen de la méthode balistique et ont des coefficients η choisis l'un très petit, l'autre très grand. Le coefficient η des tôles à essayer est, par suite, presque toujours compris entre ceux des échantillons-types.

Comme le montre la figure 17, le socle qui supporte l'instrument est muni de vis calantes servant à le placer de niveau. Ce socle est en marbre et a 20 cm de côté.

Le plan d'agate est supporté par une colonne de bronze de 30 cm de hauteur. Il peut être relevé ou abaissé, au moyen d'un bouton moleté qui commande un excentrique analogue à ceux employés pour le relevage du fléau des balances de précision.

L'aimant, lorsqu'on tourne le bouton moleté, peut venir reposer par son couteau sur le V en agate ou être soutenu par une fourchette d'immobilisation.

Il porte, à sa partie supérieure, une aiguille en aluminium dont l'extrémité est mobile devant la graduation tracée sur un cadran.

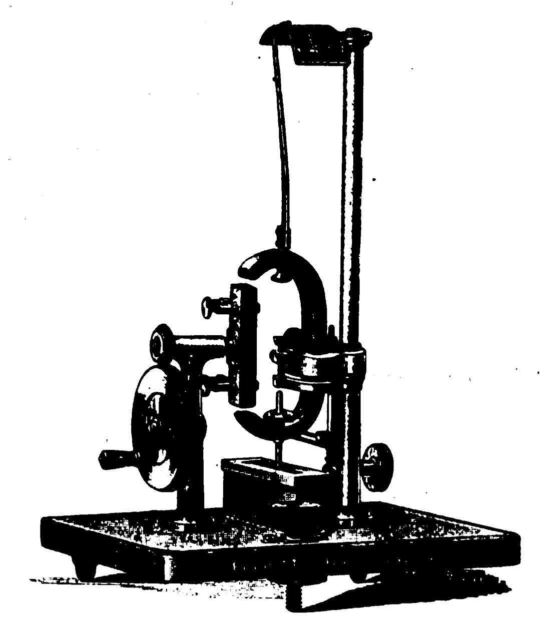


Fig. 17.— Hystérésimètre d'Ewing.

Ce cadran est recourbé en forme d'arc d'un cercle dont l'arête du couteau forme le centre.

A l'extrémité inférieure, l'aimant porte une tige filetée le long de laquelle on peut déplacer une masse servant à faire varier la position du centre de gravité de la partie mobile. On augmente ou on diminue la sensibilité de l'instrument en élevant ou abaissant cette masse.

Le prolongement de la tige filetée se termine par une petite plaque qui plonge dans un petit récipient contenant de l'huile et qui sert à amortir les oscillations de l'aimant et à les rendre apériodiques.

L'aimant porte également, perpendiculairement à l'arête du couteau, des tiges filetées placées horizontalement de part et d'autres. Le déplacement des masses mobiles sur ces tiges a pour objet de régler la verticalité de l'aimant.

(1) Voir l'*Électricien*, tome XXI, 1901, 1er semestre, pages 146, 177, 209, 225, 244 et 305.

Les échantillons sont formés de rectangles de tôles qui ont exactement 76,5 mm de longueur sur 16,5 mm de largeur. Ils comprennent un nombre de tôles, variable suivant l'épaisseur de celles-ci, ce nombre variant de 4 à 7 en général.

Ce nombre est d'ailleurs déterminé par la condition que les échantillons à essayer doivent avoir *à peu près* le même poids que les échantillons types. L'important est que les dimensions soient rigoureusement celles indiquées ci-dessus.

S'il en était autrement, l'entrefer ne serait pas le même pour les divers échantillons et les inductions étant, par suite, différentes, les résultats ne seraient pas exacts.

Afin d'éviter toute cause d'erreur de ce chef, un calibre en acier trempé accompagne chaque instrument. Il permet d'ajuster à la lime et d'une façon précise les bandes de tôle préalablement découpées à la cisaille ou au poinçon.

Le support à pince sur lequel les échantillons sont montés est en bronze et reçoit son mouvement de rotation d'un petit volant qui l'entraîne par friction.

Les échantillons sont disposés sur le support à pince de manière que l'une de leurs extrémités vienne parfaitement s'appliquer contre le talon de ce support.

Réglage de l'hystérésimètre. — On commence par placer l'instrument sur une table en l'orientant de telle sorte que le plan de l'aimant se trouve à très peu près dans la direction du méridien magnétique.

On évite ainsi l'effet de la composante verticale du champ terrestre sur l'aimant, effet qui tendrait à l'incliner.

Le support étant dépourvu d'échantillon, le socle étant bien de niveau, on fait reposer l'aimant sur le V en agate afin de le rendre libre d'osciller.

L'aiguille est amenée au zéro de la graduation en agissant sur les masses disposées sur les tiges filetées horizontales.

Il faut alors régler l'apériodicité; pour cela on remplit le récipient à huile d'un mélange d'huile minérale (valvoline) et de pétrole. En faisant osciller l'aimant, on reconnaît facilement s'il y a lieu de rendre le liquide plus visqueux ou plus fluide.

Il est préférable d'employer d'abord un liquide trop visqueux que l'on additionne ensuite peu à peu de pétrole jusqu'à ce que l'on obtienne le résultat voulu.

L'aiguille étant écartée de sa position d'équilibre, puis abandonnée à elle-même, doit y revenir, sans la dépasser, au bout d'environ 30 secondes. L'apériodicité est alors convenable. Il est nécessaire que le récipient contienne assez d'huile pour que l'aimant, étant incliné au maximum, la plaque constituant l'amortisseur reste toujours *complètement immergée.*

L'instrument est accompagné de deux échantillons types, l'un marqué A et ayant un coefficient η très faible, l'autre B, ayant au contraire, un coefficent η très élevé; c'est ce dernier échantillon qu'il faut employer pour régler la sensibilité de l'hystérimètre.

A cet effet, l'échantillon B est mis en place bien exactement dans le support à pince. On fait tourner la manivelle du petit volant à la vitesse angulaire d'environ 120 tours par minute, puis on rend l'aimant libre.

L'aiguille arrive peu à peu à sa position d'équilibre et doit s'arrêter vers la division 90, la graduation étant divisée en 100 parties de chaque côté du zéro.

Si elle s'incline sensiblement moins, on relève la masse mobile sur la tige filetée placée à la partie inférieure, jusqu'à ce que la sensibilité ait été suffisamment augmentée pour que la déviation atteigne 90 divisions environ.

Dans le cas où la déviation serait trop grande, on abaisserait convenablement la masse.

On vérifie que la déviation est à très peu près la même, de chaque côté du zéro, lorsqu'on tourne la manivelle d'abord dans un sens puis dans l'autre.

Quand on la tourne dans un sens, il faut attendre de 30 à 35 secondes avant de faire la lecture et de commencer à tourner en sens contraire.

On suit l'aiguille des yeux et, quand la déviation n'augmente plus, on note le point où elle s'arrête.

L'échantillon B étant remplacé par l'échantillon A, les déviations, de part et d'autre du zéro, ne sont plus que de 30 divisions environ lorsqu'on recommence les opérations précédentes.

L'hystérésimètre est alors prêt pour effectuer des essais.

J.-A. Montpellier et M. Aliamet.

(*A suivre*).



EXPÉRIENCES DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

ENTRE BRUXELLES, MALINES ET ANVERS

Le samedi 25 janvier, j'ai établi la communication télégraphique sans fil entre la Colonne du Congrès, à Bruxelles, et la tour de la cathédrale Saint-Rombaut, à Malines.

La distance entre ces deux monuments, que le gouvernement belge a mis à ma disposition pour la réalisation de ces essais, est d'environ 21 km. En joignant par une ligne droite ces deux localités, les ondes électriques ont traversé plusieurs faubourgs et villes telles que : Schaerbeek, Haren, Vilvorde et Edeghem, outre la partie nord de Bruxelles et la partie sud de Malines. La base de la Colonne du Congrès est à 48 m au-dessus du niveau de la mer et son sommet, où se termine l'antenne, à 93 m au-dessus du même niveau La base de la tour Saint-Rombaut est à 6 m au-dessus du niveau de la mer et son sommet a 105 m. L'antenne se termine à 94 m au-dessus du niveau de la mer.

La communication a été établie, bien que la partie supérieure de l'antenne de Malines, s'étant détachée de son support à la suite d'un ouragan, se fût abaissée de plus de 15 m et accrochée aux ornements de la tour en plusieurs endroits.

La partie utile de l'antenne, — la partie visible — avait 27,50 m de longueur.

L'antenne, soit dans le cas de la station de transmission à Bruxelles et de la station de réception à Malines, consistait, pour une longueur de 10 m, en un cylindre de 50 fils parallèles, le diamètre de cylindre étant de 50 cm.

Cette espèce de nasse avait été disposée dans chaque station de façon que, dans la partie correspondante de l'autre, il y eût un simple câble. Ainsi, par exemple à Bruxelles, la nasse commence à 80 m et à Malines à 70 m au-dessus du niveau de la mer.

L'antenne de Bruxelles descend à 2 m du sol.

La correspondance a été interrompue lorsque, à Malines, l'antenne a été descendue jusqu'à 69 m au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire au niveau de nombreuses maisons de Bruxelles dans les environs de la Colonne du Congrès, la hauteur moyenne de ces maisons étant de 18 m.

Cela prouve : 1° que l'antenne transmet des radiations dans des plans normaux à son axe; 2° que les obstacles tels que les maisons, s'ils sont nombreux, arrêtent complètement les radiations électriques.

La bobine employée donnait 25 cm d'étincelle, longueur maximum.

L'observation la plus intéressante faite au cours de ces expériences, c'est que le transmetteur et le récepteur à cohéreur, qui n'avaient rien de particulier, n'étaient en communication ni avec le sol, ni avec aucune capacité. Une des boules de l'oscillateur d'une part et une des électrodes du cohéreur de l'autre étaient reliées aux antennes, tandis que l'autre boule de l'oscillateur et l'autre électrode du cohéreur étaient entièrement libres. Cela prouve que les ondes électriques ne se propagent pas par le sol et qu'elles ne suivent pas la courbure de la terre.

En poursuivant ces expériences de télégraphie sans fil entre Bruxelles, Colonne du Congrès, et Malines, tour de la cathédrale Saint-Rombaut, j'ai fait les remarques ci-après. Ayant remplacé à Malines le cylindre de 50 fils par un toron de 7 brins de 1 mm, la communication est devenue incertaine et j'ai dû augmenter le courant de 4 à 6 ampères pour maintenir l'échange de signaux dans d'aussi bonnes conditions que dans les expériences précédentes.

Cela prouve que, pour l'antenne de réception, une grande surface réceptrice est très avantageuse.

Ayant remplacé la partie inférieure de l'antenne constituée par un câble tressé de 7 fils par 7 fils de sonnerie de 1 mm de diamètre, les signaux ont pu être reçus à Malines avec un courant de 3 ampères (sans le cylindre de 50 fils à Malines).

Voici l'explication de ce phénomène.

Dès 1899, j'ai signalé que, d'après moi, les radiations électriques étaient perpendiculaires au fil à chaque point de sa surface.

M. le professeur Tommasina, dans une note présentée à l'Académie des sciences à propos de la photographie des effluves, est arrivé à cette conclusion.

L'antenne radiatrice fonctionne comme une capacité et les molécules de sa surface transmettent l'une à l'autre les mouvements oscillatoires produits dans les décharges. Ces mouvements se propagent en même temps dans l'éther environnant, suivant des lignes qui sont toujours normales au fil près de leur origine.

Si une antenne est traversée par un courant variable (un faible courant à haute tension, c'est-à-dire avec un faible champ magnétique, ce qui est le cas dans la télégraphie sans fil actuelle), tout se passe comme si le courant se concentrait à la surface du conducteur. A la limite, dans le cas d'ondulation à haute fréquence, la surface seulement du conducteur est intéressée (expériences de Bjerknes). Le rayon, suivant lequel se propage l'onde électro-magnétique (dans le cas de courant à faible intensité et à haute tension, le phénomène principal est électrique, le phénomène magnétique n'étant que secondaire) est perpendiculaire à la surface du fil, le seul du reste intéressé dans le phénomène. A chaque point du rayon de propagation, il existe une force électrique et une magnétique.

La force électrique est perpendiculaire à ce rayon et parallèle à la direction du courant variable, c'est-à-dire du fil. La force magnétique est per-

pendiculaire à la fois au rayon de propagation et à la force électrique, c'est-à-dire est l'interception de deux plans dont l'un est normal et l'autre parallèle à la surface du fil.

Par conséquent, un fil cylindrique de 1 m de hauteur, par exemple, produit dans l'éther une perturbation dans un espace limité par les deux plans perpendiculaires aux extrémités du fil.

Si, en un point du rayon de propagation se trouve un élément superficiel de conducteur (antenne réceptrice), on obtient un effet maximum d'induction (électrique) dans cet élément, lorsqu'il est tangent au plan de la force électrique et de la force magnétique. Il ressort de cela qu'on emploiera avantageusement un fil ou des fils cylindriques pour l'antenne transmettrice au lieu d'un toron ou d'un câble, comme on l'a presque toujours employé jusqu'à ce jour dans les expériences de télégraphie sans fil.

Dans le cas de câble ou toron au lieu de cylindre, l'antenne est à surface hélicoïdale au lieu d'être cylindrique, mais cette surface n'est que fictive.

Or, les plans normaux à la surface d'une hélice ne sont pas parallèles l'un à l'autre comme les plans normaux à la surface d'un cylindre droit. Tous se recoupent entre eux. On voit alors les effets désastreux, interférence, d'une part, et diffusion dans des plans obliques de l'autre! C'est cette diffusion dans des plans obliques qui a permis la communication entre deux antennes se trouvant à une différence de niveau. C'est encore cette diffusion dans des plans obliques qui a permis la communication entre deux antennes se trouvant sur deux navires en mouvement ou entre un navire en mouvement et la côte. La diffusion dans des plans obliques est donc désavantageuse dans des stations fixes sur terre ferme et avantageuse pour les stations mobiles. Il résulte de l'ensemble de ces expériences et considérations que l'effet maximum entre une antenne transmettrice et réceptrice est obtenue en faisant usage comme antennes de deux cylindres droits métalliques d'une certaine hauteur (longueur) et d'un certain diamètre, disposés parallèlement l'un à l'autre dans les deux stations et à une hauteur telle qu'ils soient en vue l'un de l'autre. En supposant les deux cylindres d'égale longueur, chacun doit être également compris entre les deux plans passant par les bases de l'autre.

J'ai ensuite réalisé l'expérience en sens inverse, Malines étant cette fois le station transmettrice et Bruxelles la station de réception.

J'ai employé les mêmes appareils qu'avant, mais mes antennes sont différentes. Depuis mes dernières expériences, les ouragans les ont cassées et j'ai profité de cette circonstance pour faire des expériences avec un type d'antennes différent.

A la station transmettrice (Malines), j'ai employé l'antenne ordinaire, avec simple câble, mais au poste récepteur, le cylindre de 50 fils métalliques de 4 mm de diamètre qui formait auparavant la partie supérieure de l'antenne était remplacée par un cône dont le sommet était tourné vers le sol et relié aux appareils par un fil unique. Le cône était formé de 50 fils de 4/10e de millimètre. Le câble simple allant au sommet de l'antenne en traversait le cône suivant l'axe de celui-ci.

D'abord la communication fut mauvaise. Je ne recevais à Bruxelles qu'une petite partie des signaux transmis de Malines, tandis que, dans la communication en sens inverse, je recevais à Malines tous les signaux transmis de Bruxelles. Un effet analogue a déjà été observé à Paris où, dans les communications télégraphiques sans fil entre la tour Eiffel et le Panthéon, on remarqua que la tour servait très bien comme transmetteur, mais ne donnait aucun résultat comme récepteur. J'attribue cela à la présence des masses métalliques sur le monument : statue de bronze de Léopold Ier, au sommet, balustrade en métal autour de la plate-forme, rampe de l'escalier à l'intérieur de la colonne, statues d'en bas, etc. Ce n'est qu'en doublant l'énergie électrique à Malines et en employant un cohéreur extra-sensible de Blondel à Bruxelles, que j'ai pu obtenir une bonne transmission. J'ai trouvé aussi que l'effet maximum était obtenu lorsque les antennes étaient placées de façon que le plan vertical passant par les antennes ne rencontre pas les supports auxquels elles sont suspendues.

D'autres expériences ont montré que la sensibilité du cohéreur pour une onde déterminée s'accroissait en diminuant le courant local dans son circuit, en employant des résistances appropriées. Finalement, j'ai fait des expériences pour déterminer l'importance de la connexion avec la terre. Comme on peut le supposer, si aucune des stations n'est reliée à la terre, de bons signaux ne peuvent être transmis; mais avec la connexion ordinaire à la terre à la station de transmission, j'ai trouvé que les résultats étaient meilleurs lorsque le récepteur n'était pas relié à la terre que lorsqu'il l'était.

Je crois que le potentiel de la boule reliée à l'antenne augmente par la communication à la terre et détermine la position d'un point de vibration maximum au sommet du fil transmetteur, par exemple, la partie la plus en vue de l'antenne réceptrice; d'autre part, en isolant le cohéreur, on obtient une vibration maximum au point de l'antenne réceptrice où le cohéreur est inséré. J'en conclus que la terre fonctionne comme une grande capacité et non comme conducteur, cette capacité étant avantageuse au transmetteur, mais nuisible dans le cas de réception.

Le 12 février, j'ai expérimenté entre Malines et Anvers. La station transmettrice était Malines, à la cathédrale Saint-Rombaut; celle réceptrice, à Anvers, tour de la cathédrale Notre-Dame. Les appareils employés étaient les mêmes que ceux

des expériences précédentes; l'antenne simple a été adoptée sans capacité à l'extrémité supérieure.

J'ai rencontré quelques difficultés dans l'installation du poste d'Anvers, à cause de la forme plus ou moins pyramidale de la tour de Notre-Dame.

L'antenne à Anvers était soutenue par une sorte de canne à pêche monstre, composée de deux séries de trois bambous consolidés ensemble par des anneaux en fer. Ces bambous étaient fixés à la troisième galerie de la tour et étaient soutenus par des haubans fixés à la quatrième galerie.

A l'extrémité des bambous pendaient 7 fils de 9/10e de millimètre de diamètre qui descendaient le plus verticalement possible jusqu'au toit de l'église, c'est-à-dire à 40 m environ du sol; la troisième galerie est à 106 m au-dessus du niveau de la place et à 112 m au-dessus du niveau de la mer. Ici, l'antenne fait un coude brusque et va aux appareils récepteurs situés dans une maison des environs. Le cohéreur employé était du modèle Blondel et la prise de terre était constituée par un toron de 3 fils de 4/10e de millimètre relié à un réverbère à gaz de la place Verte.

Entre les antennes, en ligne droite, on rencontrait, outre de nombreuses maisons de Malines et d'Anvers, plusieurs villages et châteaux et des ondulations de terrain de 5 à 30 m de hauteur. La distance entre les deux antennes était de 22 km.

De bons résultats ont été obtenus en employant au transmetteur un courant de 2 à 2 1/2 ampères. En supprimant la prise de terre au récepteur d'Anvers, les résultats n'ont pas été aussi bons que dans les expériences Bruxelles-Malines.

J'explique aisément cela par l'absence de toute capacité à l'extrémité supérieure de l'antenne réceptrice dans le cas présent.

Une autre observation intéressante est à signaler. Ayant supprimé l'oscillateur au poste de Malines et ayant mis le secondaire de la bobine en communication, d'une part avec la terre et de l'autre avec l'antenne, 12 signaux ont été transmis de Malines et 3 sont arrivés à Anvers.

J'ai ainsi réalisé de la télégraphie sans fil, en conformité du brevet américain d'Edison n° 465 971, de 1891, avec la différence que le récepteur comprend un cohéreur au lieu d'un téléphone. Un signal a même été reçu en n'employant pas de prise de terre au récepteur d'Anvers.

La communication Anvers-Malines a été en général moins bonne que celle en sens inverse. J'attribue cela à deux causes :

1° Un vent très fort qui, pliant l'antenne d'Anvers, détruisait tout parallélisme entre les deux antennes;

2° Les énormes masses métalliques se trouvant à la cathédrale d'Anvers.

Pour ce qui concerne la première cause dans les expériences Malines-Anvers, la position relative des antennes était telle que l'antenne réceptrice d'Anvers est comprise tout entière entre les deux plans perpendiculaires à l'antenne de Malines et passant par ses extrémités, tandis que, dans les expériences Anvers-Malines, les deux plans passant par les extrémités de l'antenne d'Anvers n'atteignaient qu'une partie de l'antenne de Malines.

Des signaux ont pu être échangés en employant au transmetteur de simples courants alternatifs.

Dans ce cas, il a été avantageux d'ajouter une capacité au sommet de l'antenne transmettrice; cela du reste était évident. Des signaux ont été reçus à Malines en employant le dispositif de syntonisation et bien que le transmetteur et le récepteur fussent en désaccord complet.

Cela prouve que, pour réaliser le secret des dépêches, il ne suffit pas d'accorder un récepteur avec l'onde principale:

$$T = 2\pi\sqrt{CL}$$

d'un transmetteur déterminé, placé à la limite de la distance de transmission. Mais, pour que la solution soit complète, il faut faire une espèce de sélection au transmetteur, de façon à ce qu'il n'émette pas d'ondes secondaires, mais des ondes d'une seule longueur et avec lesquelles sera accordé le récepteur.

Le samedi 13 janvier, j'ai tenté l'expérience directe Bruxelles-Anvers et *vice-versa*. J'avais confié le poste de Bruxelles-Colonne du Congrès à M. le lieutenant Poncelet et je surveillais moi-même le poste Anvers. 50 signaux ont été transmis dans les deux sens; 2 signaux ont été reçus à Bruxelles où il y avait un cohéreur extrasensible Blondel. Aucun signal n'a été reçu à Anvers. Les 2 signaux à Bruxelles ont été reçus lorsqu'à Anvers, vers la fin de la communication, j'ai transmis deux longues étincelles d'une durée de 30 secondes chaque, mais sans terre au transmetteur d'Anvers.

Les antennes employées dans chaque station étaient les mêmes et disposées de la même façon que dans les expériences Bruxelles-Malines, c'est-à-dire qu'elles étaient formées à leur partie supérieure d'un cylindre de 50 fils de 10 mètres de long. Le courant employé était de 9 ampères.

Comme à quelques mètres de la Colonne du Congrès passent les tramways électriques de la rue Royale (traction à courant continu et à caniveau souterrain), des observations ont été faites pour voir si le cohéreur était impressionné, notamment au démarrage. Ces résultats ont été négatifs.

Je n'ai pas voulu poursuivre mes expériences de communication directe entre Bruxelles et Anvers, ceci n'étant pas mon but. Il n'aurait pas été difficile d'établir une bonne communication entre ces deux villes, d'autant plus que le terrain entre ces deux localités est beaucoup moins accidenté qu'entre Bruxelles et Malines. Je ne cherchais pas à établir la communication entre

Bruxelles et Anvers, pas plus que je ne cherchais la portée maximum de mes appareils. Mon but exclusif était d'essayer à grande distance mon appareil répétiteur avec lequel je n'avais fait jusqu'ici que des essais de laboratoire.

Mais si on peut communiquer directement entre Bruxelles et Anvers, cela ne veut pas dire qu'on peut communiquer à toutes les distances, notamment sur terre, où les difficultés à surmonter sont plus grandes qu'en mer.

Il y a naturellement une limite de distance à laquelle les messages peuvent être envoyés sans fil sur terre, surtout à cause de la courbure de celle-ci. Les ondes électriques se propagent en ligne droite, comme le prouve l'expérience de Hertz de l'arrêt des rayons par un écran métallique. Les ondes électriques ne peuvent donc pas suivre la courbure de la terre.

Aussi, les ondes électriques, quoiqu'elles puissent se frayer leur chemin à travers certains obstacles à la surface de la terre, sont tôt ou tard arrêtées brusquement par la courbure de la terre elle-même. En mer, la courbure de la terre se ressent moins, parce que les ondes électriques traversent l'eau et ici l'absorption dépend de la quantité de sel contenue dans l'eau. La courbure de la terre n'intercepte la télégraphie sans fil sur mer, à longue distance, que quand les ondes électriques viennent en contact avec le fond de la mer.

Sur terre, l'absorption résultant des constructions intermédiaires et reliefs de terrain est considérable, et un récepteur placé sous terre n'est pas impressionné du tout, comme l'a prouvé, dans une expérience toute récente, M. Eugène Lagrange, professeur de physique à l'école militaire de Belgique (Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, 28 janvier 1901).

Une station intermédiaire a été alors installée à Malines, tour Saint-Rombaut. Toute une série d'expériences préliminaires a été faite entre cette ville, Bruxelles et Anvers. J'en ai cité plus haut les résultats.

Ensuite, l'expérience Bruxelles-Anvers a de nouveau été tentée, mais avec le répétiteur à Malines. De nombreux signaux ont été échangés entre Bruxelles et Anvers et *vice-versa*, grâce au répétiteur de Malines.

La transmission aux stations extrêmes a eu lieu avec des courants hertziens et des courants alternatifs. Ceux-ci ont donné les meilleurs résultats. Cela s'explique aisément en considérant que 50 pour 100 de l'énergie mise en jeu se dissipe sous forme de lumière et de chaleur dans l'étincelle électrique.

En somme, je n'ai fait là qu'une vérification des phénomènes découverts par d'autres, phénomènes qui ont passé presque inaperçus. En 1885, mon compatriote Calzecchi-Onesti a découvert l'influence des courants alternatifs sur les limailles métalliques. En 1891, Édison a pris un brevet pour un système de transmission de l'énergie électrique sans fil dans lequel le transmetteur produit uniquement des courants alternatifs. Dans mes expériences, j'ai donc appliqué au récepteur la découverte de Calzecchi-Onesti et au transmetteur l'idée d'Édison.

Les appareils récepteur et transmetteur employés aux stations extrêmes sont les mêmes que ceux employés dans les expériences partielles. Les essais ont été faits avec la collaboration du lieutenant Poncelet.

Dans toutes les expériences de laboratoire, mon répétiteur avait toujours bien fonctionné, même lorsque l'antenne était reliée au cohéreur par l'intermédiaire de l'armature d'un électro-aimant interrupteur, lequel a pour objet, comme on sait, de couper automatiquement la communication de l'antenne avec le cohéreur lorsque le transmetteur fonctionne.

Mais lorsque, dans les expériences à grande distance Bruxelles-Malines-Anvers, j'ai essayé ce modèle de répétiteur au poste de Malines, il arrivait chaque fois ce fait singulier : le répétiteur une fois déclenché ne s'arrêtait plus.

Rapprochant ce fait des constatations analogues faites aux récepteurs des stations extrêmes de Bruxelles et d'Anvers, j'ai supposé que la cause pouvait en être attribuée à l'électricité atmosphérique.

J'ai vérifié cette opinion par les expériences suivantes. J'ai relié directement l'antenne de Malines, qui a soixante-dix mètres environ de hauteur, à une électrode d'un cohéreur, l'autre électrode étant mise à la terre. Chaque fois que j'enlevais ou que je rétablissais la connexion, soit entre l'antenne et le cohéreur, soit entre ce dernier et la terre, j'obtenais une déviation au galvanomètre. J'attribue ce fait à l'électricité atmosphérique qui parcourt l'antenne; en enlevant ou en mettant la connexion, je produisais des extra-courants qui sensibilisaient le cohéreur. J'ai relié l'antenne à une borne du primaire d'une bobine d'induction, dont l'autre borne était mise à la terre; dans le secondaire étaient intercalés un cohéreur Blondel très sensible, un élément de pile et un galvanomètre. L'aiguille de celui-ci marquait une déviation constante. Enfin, j'ai mis un condensateur en dérivation sur le cohéreur et n'ai plus constaté la moindre déviation de l'aiguille du galvanomètre, cette self-impression, même en enlevant ou en mettant la connexion de l'antenne ou de la terre.

L'appareil répétiteur employé à Malines est donc celui à antenne unique reliée au récepteur en même temps qu'au transmetteur avec dispositif pour interrompre la communication de l'antenne au récepteur lorsque celle-ci fonctionne comme antenne transmettrice.

J'ai introduit un deuxième relais. Le relais que je mets en circuit avec le cohéreur est, en effet,

extrêmement sensible. Or, dans un tel relais, la distance de contact n'est qu'une fraction de millimètre. Il ne peut fermer qu'un courant maximum de 4/10e d'ampère sous une tension de 30 volts, tandis que pour actionner une bobine de 25 cm d'étincelle, j'emploie 3 ampères.

J'ai confié l'interruption entre l'antenne qui impressionne le cohéreur et l'oscillateur au même relais qui ferme le fort courant actionnant la bobine. Au lieu d'être reliée directement au cohéreur, elle aboutit à la terre en traversant le primaire d'un petit transformateur à noyau de verre, et cela dans le but d'élever la tension dans le circuit du cohéreur.

Le condensateur intercalé dans le circuit : secondaire, bobine de self induction, pile, relais a un double rôle : interrompre la continuité du circuit et en modifier la capacité. Il a fallu prendre de bien grandes précautions et employer toutes sortes de protections pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil. Ainsi, une boite métallique renferme le cohéreur; une bobine de self induction renfermée à son tour dans une autre petite boîte en fer fixée à la première et noyée dans de l'étain froissé mis à la terre, protège un des fils de connexion de la bobine du deuxième relais, tandis que l'autre est relié à la boîte et à la terre. Le deuxième relais lui-même est placé hors de la boîte métallique; l'étincelle de rupture du circuit de la bobine, outre la partie de l'antenne reliée à l'oscillateur, suffit, dans le cas contraire, non seulement à impressionner un cohéreur sensible, mais aussi à le mettre hors d'usage.

Le deuxième relais et la partie de l'antenne reliée au primaire du transformateur ont été l'objet de protections et de précautions de toutes sorte.

Ainsi l'armature de ce relais a été divisée en trois parties absolument distinctes et séparées entre elles par des plaques en ébonite : une partie pour le fort courant de la bobine, une partie constituant l'armature du noyau et une troisième partie pour l'interruption de l'antenne.

La partie de l'antenne reliée au cohéreur par le transformateur est isolée d'abord, puis renfermée dans un tuyau en fer mis à la terre. J'ai remarqué, en effet, qu'un tuyau en plomb, même sous l'épaisseur de 2 mm, était perméable aux radiations électriques et le cohéreur était impressionné.

Pour l'interrupteur, au lieu d'un contact unique, j'ai employé trois contacts disposés de façon que l'interruption totale fût égale à la somme des interruptions partielles.

Le relais employé est du modèle Siemens.

Il n'en diffère que par une particularité que je crois devoir signaler : le pôle nord est relié aux noyaux, tandis que le pôle sud est isolé de l'armature. La sensibilité de ce relais est de 1/20000 ampère.

Le cohéreur a aussi une caractéristique. On croit que ces organes un peu délicats, il est vrai, quand on n'a pas l'habitude de les manier, sont capricieux. Celui dont j'ai fait usage à Malines est extrêmement sensible et d'un fonctionnement sûr.

On sait que la sensibilité d'un cohéreur augmente avec la pression et la quantité de limaille et diminue avec la grosseur de celle-ci et le degré d'oxydabilité du métal employé. On a réalisé alors le cohéreur avec de la limaille plutôt fine et se trouvant dans un espace d'un demi-millimètre environ en quantité minime.

Le cohéreur qui m'a servi en me donnant toute satisfaction et qui remplit le mieux les exigences de la pratique ne diffère des précédents qu'en ce que l'espace entre les électrodes métalliques, — 1 mm, — est rempli de très grosse limaille de nickel avec des traces d'argent, le vide étant fait dans le tube. J'ai remplacé les fils, susceptibles de casser, par des calottes en cuivre qui peuvent glisser à volonté dans des manchons spéciaux.

En outre, il est un fait bien connu des télégraphistes, c'est que la décohésion est plus facile et plus sûre lorsque le courant traversant le cohéreur est excessivement faible.

Au lieu de produire l'interruption, je fais un arrangement spécial, de façon que le relais démarre avec le courant traversant une résistance totale de 1100 ohms, mais lorsque le frappeur donne le choc qui décohère le cohéreur, une résistance supplémentaire de 2000 ohms entre dans le circuit du cohéreur. De très légers coups suffisent ainsi pour la décohésion.

L'appareil répétiteur fonctionne par points et la barre est donnée par une succession de points qui, à la station de réception, sont enregistrés par une barre, grâce à des artifices de construction, déjà suffisamment connus.

Le jour qu'en télégraphie avec fils on a expérimenté le répétiteur, on a dit que le problème de la télégraphie électrique à toutes distances était résolu. Des expériences sur une plus grande échelle que Bruxelles, Malines, Anvers, pourront démontrer s'il pourra en être de même de la télégraphie sans fil.

Émile GUARINI.

SUR UN NOUVEAU SYSTÈME

D'AMPÈREMÈTRES ET DE VOLTMÈTRES

INDÉPENDANTS DE L'INTENSITÉ DE LEUR AIMANT PERMANENT (1)

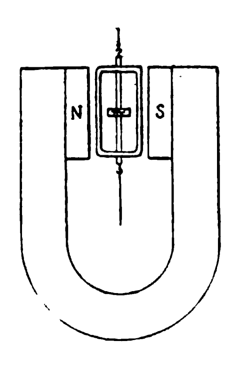
I. Les instruments de mesure électrique dans lesquels on utilise l'action des courants sur les

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, le 22 avril 1901.



aimants sont sujets à se dérégler par les variations accidentelles de leurs aimants. Mais il résulte de l'affaiblissement de l'aimant, soit un accroissement, soit une diminution de la sensibilité, suivant le rôle qui lui est attribué. Quand l'aimant fournit le couple antagoniste en agissant comme aimant directeur sur un équipage magnétique mobile, la sensibilité augmente quand l'aimant s'affaiblit. Elle diminue, au contraire, dans les instruments à courant mobile dans lesquels l'aimant fournit le couple déviant.

On peut combattre ces défauts contraires l'un par l'autre, en empruntant le couple antagoniste et le couple déviant tous deux au même aimant. Imaginons, en effet, un galvanomètre Desprez-d'Arsonval dans lequel les fils amenant le courant au cadre mobile sont dépourvus de rigidité et dont l'équipage mobile porte une petite palette de fer doux qui se meut solidairement avec lui et que l'aimant NS tend à maintenir dans la direction de son champ. On voit facilement que, pour que la déviation produite par un courant donné parcourant le cadre mobile soit indépendante du champ de l'aimant, il suffit que le moment magnétique de cette palette soit constant, condition que l'on réalise approximativement en disposant les choses de façon qu'elle soit sensiblement aimanté à saturation.



II. En réalité, il n'est pas nécessaire de chercher à satisfaire avec une grande approximation aux deux conditions extrêmes que nous venons de poser : conducteurs infiniment souples et saturation magnétique de la palette ; il suffit de remarquer qu'une petite force antagoniste élastique peut *compenser* l'effet de l'imparfaite saturation. Une discussion un peu plus détaillée montre, en effet facilement, que le courant nécessaire pour produire une déviation donnée α, dans un instrument pourvu à la fois de force antagoniste magnétique et de force antagoniste élastique, passe, en général, par un minimum et par un maximum quand le champ varie. Il y a donc deux valeurs du champ pour lesquelles une petite variation de l'aimant permanent ne conduit à aucune variation de la sensibilité. En proportionnant convenablement le couple antagoniste magnétique et élastique, on fait coïncider l'une de ces valeurs avec le champ de l'aimant qu'on se propose d'employer. On peut même le faire coïncider avec le maximum et le minimum confondus en un point d'inflexion et obtenir ainsi une sensibilité indépendante du champ dans un grand intervalle. Et effectivement, dans des expériences faites avec un électro-aimant, le champ variant de 1000 gauss à 2000 gauss, on a pu réduire les variations de la sensibilité à 1/600 de part et d'autre de la valeur moyenne.

III. Jusqu'à présent, nous avons supposé implicitement les déviations de l'équipage mobile très petites. Quand on se sert de déviations un peu grandes, il est nécessaire de tenir compte, dans la discussion, de ce que le couple déviant, le couple antagoniste élastique et le couple antagoniste magnétique ne dépendent pas de l'angle de déviation suivant la même loi. L'indépendance du champ de l'aimant, obtenue exactement pour le commencement de l'échelle, par exemple, ne doit être qu'approximative pour les autres parties de la graduation.

L'expérience a montré que, par un choix convenable de la nature et de la forme de la palette, cette approximation est beaucoup meilleure qu'on ne pouvait l'espérer *a priori*. Le tableau suivant résulte de mesures faites sur un instrument construit d'après ces principes par MM. Japy frères. Le champ de cet instrument a été porté successivement à 500 gauss et à 600 gauss et l'on a déterminé, pour ces deux intensités, le courant nécessaire pour produire les déviations de 10 degrés en 10 degrés :

Courant produisant une déviation α.

α°.	$\mathcal{H} = 500$ gauss.	$\mathcal{H} = 600$ gauss.
— 10° . . .	— 48,4	— 47,6
0° . . .	0	0
10° . . .	37,1	37,3
20° . . .	67,6	67,7
30° . . .	94,2	94,2
40° . . .	119,4	119,2
50° . . .	145,6	145,6
60° . . .	173,2	173,0
70° . . .	199,5	199,2

Quelques autres propriétés des instruments que nous venons de décrire se rattachent à leur propriété fondamentale. Le décentrage de l'équipage mobile par rapport à l'entrefer peut être envisagé comme une variation accidentelle du champ, d'allure un peu irrégulière. L'expérience a montré que son influence est minime : 0,7 pour 100 au plus pour un déplacement inférieur ou égal à 2,4 mm et à peu près le même dans toute l'étendue de l'échelle, circonstance extrêmement favorable à la construction de séries d'instruments possédant des graduations identiques.

Le rôle tout à fait subordonné que l'on est amené à donner au couple antagoniste élastique

met ces instruments à l'abri des inconvénients habituels des ressorts spiraux : variations de la sensibilité et déplacements du zéro. Dans l'exemple mentionné ci-dessus, le couple antagoniste total est dix fois le couple antagoniste élastique au commencement de l'échelle et 6, 8 fois, quand la déviation atteint 60 degrés.

Les variations de température peuvent affecter l'aimant permanent. Cet effet est inoffensif. Elles peuvent aussi modifier le moment magnétique de la palette. Mais il résulte des expériences de M. P. Curie qu'aux températures ordinaires, l'intensité d'aimantation *à saturation* du fer doux varie extrêmement peu avec la température. Et, de fait, une variation de température de 24 degrés n'a permis de mettre en évidence avec certitude aucune variation de la sensibilité, alors qu'une variation de un millième eût été observable. En tant qu'ampèremètres, ces instruments compensés ont donc un coefficient de température nul. En tant que voltmètres ils dépendent, à la manière habituelle, de la résistance des conducteurs employés.

En résumé, par l'emploi simultané d'un couple directeur magnétique prédominant et d'un couple directeur élastique d'importance subordonnée, on peut faire du galvanomètre à courant mobile un instrument de sensibilité invariable et répondant aux plus hautes exigences de précision.

Pierre Weiss.

L'ÉTUDE DES TRANSFORMATEURS

(*Suite*) (1).

Chûte de tension. — Lorsque le courant secondaire C_2 d'un transformateur augmente, la tension aux bornes V_2 diminue lorsque le courant est en phase avec la force électromotrice ou bien décalé en arrière. Si le courant C_2 est décalé en avant, au delà d'un certain angle, la tension augmente, La chute de tension est due aux pertes dans le cuivre et aux fuites magnétiques; le flux de fuite coupe les enroulements en sens inverse du flux principal et produit une force électromotrice inductive en quadrature avec celle produite dans l'enroulement. Si dans un enroulement la force électromotrice et le courant sont en phase, la force électromotrice inductive est en quadrature avec la force électromotrice principale et tend à la réduire. Plus le courant est décalé en arrière et plus les deux forces électromotrices sont près d'être en opposition. S'il y a un fort décalage en arrière à la fois dans le primaire et le secondaire, C_1 et C_2 sont pratiquement en opposition. Il en sera de même de la chute de tension (e_1, e_2) due aux pertes ohmiques dans les deux enroulements, et de la chute inductive de tension ($e_p + e_s$) cette dernière étant en quadrature avec e_1 et e_2. Ceci conduit à un diagramme approprié à la représentation de la chute de tension. Pour la commodité de la construction, nous supposerons que le rapport $\frac{T_1}{T_2}$ est égal à l'unité.

Tout transformateur peut être relié ainsi sans changer la chute de tension; mais si le rapport $\frac{T_1}{T_2}$ n'est pas l'unité, une perte ohmique de e_1 volts dans le primaire causera dans le secondaire une chute de tension égale à $e_1 \frac{T_1}{T_2}$; par suite, la perte ohmique totale, rapportée au secondaire, sera

$$e_1 \frac{T_1}{T_2} + e_2.$$

Construisons un triangle rectangle O P Q (fig. 7) dans lequel O P représente la chute inductive totale dans les deux enroulements, rapportés au secondaire, et P Q la chute ohmique totale dans les

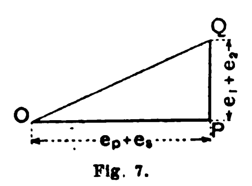


Fig. 7.

deux enroulements. L'hypoténuse O Q de ce triangle représente l'abaissement ou l'élévation maximum de la tension dans le secondaire, suivant que le courant secondaire est en retard ou en avance. Le calcul de la perte ohmique e_1 et e_2 est simple. La prédétermination de O P, somme des forces électromotrices inductives, est plus difficile; elle dépend de la disposition des enroulements et de la longueur des circuits de fuite. Si l'on prend soin d'alterner les bobines des grands transformateurs, elle ne doit, en aucun cas, excéder 4 fois la chute ohmique.

L'expression suivante, due à Kapp, peut être employée pour déterminer la chute maximum due à la self-induction.

Appelons :

C T la moyenne des ampères-tours à pleine charge dans le primaire et dans le secondaire;

N le flux maximum = B A.

a l'épaisseur moyenne des enroulements primaire et secondaire;

b la distance entre l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire, du cuivre au cuivre;

h la hauteur de la bobine (longueur de l'espace occupé par l'enroulement);

l le périmètre de l'intervalle d'air entre le primaire et le secondaire.

(Toutes ces dimension en cm.)

(1) Voir *l'Électricien*, n° 542, 18 mai 1901, p. 310.

La chute de tension dans le secondaire est :

$$K\left[\frac{CT}{N}\left(\frac{b}{2}+\frac{a}{3}\right)\frac{l}{h}\right]E_2$$

formule dans laquelle

K = 2 pour un transformateur à noyau avec un primaire et un secondaire concentriques sur chaque branche ;

= 0,5 pour un transformateur à noyau, avec un secondaire intercalé entre deux primaires sur chaque branche ;

= 1 pour un transformateur blindé, avec un primaire et un secondaire.

= 0,5 pour un transformateur blindé avec bobines intercalées.

Pour une différence de phase quelconque entre la f. é. m. et le courant secondaire, le diagramme suivant (fig. 8) peut fournir la perte de charge :

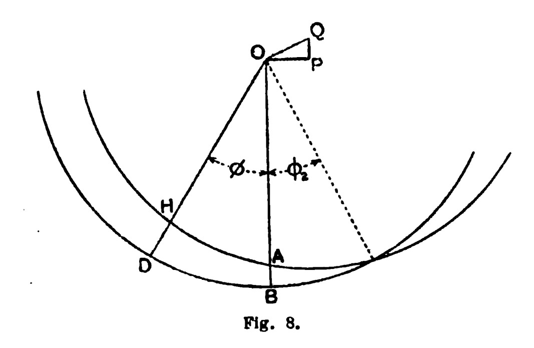


Fig. 8.

Supposons $\frac{T_1}{T_2} > 1$. Construisons le triangle OPQ, en prenant

$$PQ = C_1 R_1 \times \frac{T_2}{T_1} C_2 R_2 = \text{chûte ohmique}$$

$$OP = e_p \frac{T_2}{T_1} + e_s = \text{chûte inductive.}$$

Prenons à la même échelle le rayon E_2, f. é. m. secondaire *à vide*, et traçons deux cercles dont les centres sont O et Q. Menons OB perpendiculaire à OP; AB est alors, à l'échelle, la chute totale de la tension dans le secondaire avec une charge non inductive. Si le courant secondaire est décalé en arrière d'un angle φ; traçons OD de façon que DOB = φ, et DH sera la chute de tension correspondante. On verra que la chute maximum a lieu pour un décalage égal à OQP, et que lorsque le courant est décalé *en avant* d'un angle φ_2, la perte de charge sera nulle, une plus grande avance donnant une élévation de tension dans le secondaire.

W. B. Woodhouse.

Traduit de *The Electrician*.)

(*A suivre.*)

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Séance du 19 avril 1900. — **M. A. Garcia fait une communication sur *l'Utilisation des forces motrices du Haut-Rhône.***

M. A. Garcia dit qu'il vient apporter sa contribution à l'étude des forces motrices du Haut-Rhône, étude d'un intérêt considérable, puisqu'il s'agit de la mise en œuvre d'une source d'énergie comme il n'en existe pas d'autre en France, et dont la puissance vraiment formidable est telle qu'il est possible de capter, sur un parcours du fleuve de 27 km à peine à partir de la frontière, une puissance de plus de 160 000 ch au profit de notre industrie nationale publique et privée.

Tout en examinant brièvement les trois projets actuellement soumis aux enquêtes, projets auxquels est venue en dernier lieu s'ajouter une demande en concession des anciens établissements « the Rhône Land » de Bellegarde, il estime que la question doit être élargie et qu'il serait insuffisant de considérer seulement tel ou tel tronçon limité du parcours du Haut-Rhone choisi suivant des intérêts particuliers, quand il s'agit de l'aménagement, pour l'avenir, de la plus grande source d'énergie des Alpes Françaises, c'est-à-dire d'une véritable richesse nationale.

Il s'attachera donc à mettre en lumière la solution assurant la meilleure utilisation totale du cours du Rhône, entre la frontière et Pyrimont, dans cette partie où il n'est ni navigable, ni flottable et où ses berges sont constituées le plus souvent par des falaises escarpées, surplombantes même, qui atteignent parfois une hauteur de plus de 100 m. Ces falaises, dans la partie surtout des molasses marines, sont rongées fréquemment en dessous par les eaux, qui se sont ainsi creusé de véritables lits souterrains ; c'est ainsi qu'à 600 m en amont de Bellegarde, le Rhône se précipite d'une hauteur de 13 m dans une excavation où il disparait même, en basses eaux, pendant 200 m. Il y aura donc lieu de tenir grand compte de ces affouillements dans les constructions de barrages ou canaux d'amenée relatifs aux usines de force motrice à créer.

M. Garcia tient tout d'abord à déterminer le régime hydraulique du Rhône : il montre que les estimations du débit du Rhône fournies par le service administratif de la ville de Genève et comprises entre 57m³ à la seconde par basses eaux absolument exceptionnelles, et 1230 m³ par crues également exceptionnelles, sont très inférieures à la réalité. Au moyen d'un service journalier des fluctuations du fleuve et d'un relevé très minutieux de plusieurs sections transversales de son lit, en amont de Bellegarde, il a été procédé à de nombreuses expériences de jaugeage qui ont démontré que la répartition des débits s'établit ainsi approximativement pour l'année 1900 :

Débit inférieur à 170 m³, pendant 5 jours;

Débit inférieur de 170 à 200 m³, pendant 38 jours;

Débit supérieur à 200 m³, pendant 242 jours;

Débit des crues ordinaires, inférieur à 900 m³, pendant 61 jours;

Débit des crues supérieur à 900 m³, pendant 4 jours.

On doit donc en conclure que le débit de 200 m³ à la seconde est celui qui permet d'utiliser la chute pendant une période à peu près constante de 325 jours sans de trop grands écarts de puissance. Ces chiffres montrent, en outre, que le Rhône a un régime hydraulique très variable : les crues y sont variables et soudaines, mais, le plus souvent, d'assez courte durée. La période des basses eaux correspond aux mois d'hiver; celle des hautes eaux avec la fonte des neiges, aux mois de juin, juillet et août principalement.

La pente générale du fleuve, sauf à la Perte du Rhône, près de Bellegarde et au Pas de Malpertuis est de 2 m par kilomètre.

Examinant les conditions d'établissement d'un barrage sur le Haut-Rhône, M. Garcia montre qu'il doit maintenir le niveau à l'amont à peu près constant et permettre le libre écoulement des plus fortes crues, des corps flottants et des graviers sans que la vitesse dépasse 4 m à la seconde et devienne dangereuse pour les ouvrages; enfin le seuil doit être notablement en contre-bas du seuil de la prise d'eau, de manière à éviter l'ensablement à l'entrée du canal d'amenée des eaux. Ce barrage doit donc être muni de vannes qui puissent s'élever au-dessus du niveau maximum de la retenue, de manière à à augmenter la section offerte à l'écoulement des crues proportionnellement à leur débit. Si on était amené à relever le niveau des eaux à plus de 4 m au-dessus du niveau des hautes eaux, il faudrait relever également le seuil de l'ouvrage et briser la chute par des bassins étagés à l'aval.

On peut prendre, comme point de départ d'évaluation, un barrage ne dépassant pas la hauteur de 4 m au-dessus des hautes eaux et utilisant la différence entre les basses eaux ordinaires et les hautes eaux, qui est de 5 m dans cette partie du Rhône; on obtient alors une hauteur de chute de 9 m en basses eaux, dont la diminution en hautes eaux est compensée par l'augmentation du débit : c'est à peu près le type du barrage construit par les Suisses, à Chèvres, près de notre frontière. L'estimation d'un tel barrage, d'après devis détaillé, monte à 1 880 000 francs :

soit à 209 000 fr. par mètre de chute,
et à 78 fr. par cheval brut obtenu.

Quant au canal d'amenée, si l'usine n'est pas établie à côté du barrage, il doit, à raison de la configuration géographique des lieux, être prévu en tunnel pouvant débiter le volume de 200 m³ à la seconde avec une vitesse de 3 m : sa section sera donc de 67 m² environ et sa forme se rapprochera de la forme circulaire mais aplatie.

Un des trois projets soumis aux enquêtes, celui de la « Boucle du Rhône », comportait un tunnel de 1 370 m avec pente de 0,0009; le devis détaillé faisait ressortir sa construction à 3 027 000 fr, soit par mètre courant 2 210 fr. M. Garcia, qui tablera sur ces estimations pour faire ressortir les prix de revient comparatifs des différentes solutions mises en avant pour l'utilisation totale du Haut-Rhône, fait remarquer qu'elles ont été sérieusement étudiées et que, si elles peuvent à première vue paraître élevées, elles font du moins une large part aux dépenses imprévues et ne doivent donner lieu à aucun mécompte. Il montre que sur le parcours de 25 km du Haut-Rhône qu'il s'agit d'aménager, la solution du canal d'amenée en tunnel s'impose :

1° A la « Boucle du Rhône » où un tunnel de 1 370 m permet d'obtenir, en eaux moyennes, une chute de 19 m, et

2° Au défilé de Malpertuis où l'étranglement des berges ne permet pas l'établissement d'usine latérale à proximité du barrage; pour trois autres échelons, au contraire, les usines pourraient être établies à côté des barrages ; enfin, additionnant le nombre de chevaux que permettraient de capter ces cinq chutes successives, il trouve la puissance formidable de 182 000 chx pour l'utilisation théorique de cette partie du Rhône.

Pour comparer à ce résultat théorique celui auquel atteindrait l'ensemble des projets des demandeurs en concession, il convient de les décrire sommairement. Ils sont au nombre de trois :

1° A l'amont, le projet dit du « Pont de Grésin », présenté par M. Bonnefond, qui s'est adjoint, pour les études, MM. Buffaut et Tavian, ingénieur à Lyon. Il comporte la construction d'un barrage à 11 km environ de la frontière suisse, à 100 m au-dessus du pont de Grésin; le niveau de la retenue ayant été fixé à 327 m, et celui des basses eaux étant à la cote 307, ce barrage devra résister à une pression de 20 m ; le canal d'amenée, de faible longueur, est à ciel ouvert avec usine sur le lit actuel du fleuve. La puissance brute créée serait de 34 000 chx;

2° Le projet suivant est celui de la « Boucle du Rhône ». Il a pour auteurs M. Ourbak, administrateur-délégué des mines de Saint-Hilaire (Allier), et M. Bonnefond. Les études ont été confiées à M. Gotteland, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et à M. Garcia. Il comporte principalement un barrage avec retenue à la cote 310 à 500 m en amont du pont de Lucey et un tunnel de 1 370 m de longueur traversant la colline d'usine et venant aboutir au-dessous du village des Essertoux. L'usine génératrice construite en cet endroit affecte en plan la forme circulaire et développerait avec une autre petite usine établie à côté du barrage une puissance brute supérieure à 50 000 chx;

3° Enfin, à l'aval, un projet très ancien, celui de Malpertuis, a été repris par un groupe d'industriels de la région lyonnaise à la tête duquel se trouve M. Planche. Il comprend la construction d'un barrage avec retenue à la cote 287,50 m et la construction d'un tunnel de 1 400 m environ avec usine génératrice au lieu dit Monthoux. La cote de retenue, pour se concilier avec le projet aval, devrait être ramenée à 283,50 m et, dans ces conditions, la puissance disponible serait de 32 000 chx.

Il y a lieu d'ajouter à ces évaluations la puissance dont dispose actuellement la Société existante de Bellegarde.

Cette Société, qui dispose d'une puissance brute de 10 000 chx, introduit, à son tour, une demande de concession du débit total du Rhône, pour l'utilisation de laquelle elle serait placée, semble-t-il, dans des conditions moins favorables, à raison notamment de l'emplacement resserré dont elle dispose ; elle a cherché d'ailleurs à s'assurer une extension plus considérable au moyen d'une entente avec les promoteurs du projet de Malpertuis.

En ajoutant les 10 000 chx dont elle dispose à

ceux qui seraient obtenus par les trois projets énumérés ci-dessus, on trouve que la puissance brute captée pendant 300 jours est de 126 000 chx environ, alors que théoriquement, elle pourrait être, comme il est dit plus haut, de 182 000 chx.

C'est une puissance de près de 50 000 chx perdue, tant à cause de la réduction des canaux d'amenée des projets de Grésin et de Malpertuis qui n'ont été prévus que pour 150 m² au lieu de 200, qu'à cause de l'inutilisation de certains tronçons du parcours. M. Garcia fait en outre observer que, s'il n'y a pas d'obstacles matériels à ce qu'un règlement d'eau puisse concilier ces différentes demandes et leur donner satisfaction, il n'en est pas moins évident qu'en envisageant le prix de revient de ces barrages, canaux et usines multiples, et la concurrence forcément ruineuse que seraient obligées de se faire quatre usines distinctes mises en œuvre simultanément, alors que les débouchés ne prendraient que progressivement leur extension, on est bien forcé de reconnaitre que là n'est pas la solution désirable et qu'il faut la rechercher dans l'entente générale ou tout au moins partielle entre les quatre concurrents.

Cette fusion des projets permettra seule la mise en œuvre successive et prudente de la puissance disponible au fur et à mesure des besoins de l'industrie et des services publics.

Le groupement partiel réunirait tout naturellement le projet de Grésin et celui de la Boucle avec un seul barrage et un canal d'amenée ayant sa prise d'eau en amont du pont de Grésin et son débouché au village des Essertoux. Ce canal aurait environ 2 700 m de longueur dont 2 000 en tunnel et 700 à ciel ouvert.

Deux usines : celle d'amont utilisant, outre les 60 m³ laissés à la Société de Bellegarde, les excédents de débit du Rhône au-dessus de 200 m³ ; celle d'aval sous une chute de 41 m avec un débit de 140 m³, les deux produisant une puissance brute totale de 90 000 chx, sans tenir compte des excédents dont on peut évaluer le rendement à 15 000 chx pendant une période minimum de 200 jours par an.

La dépense totale, basée sur les estimations données au début de cette étude, s'élèverait environ à 16 millions de francs pour une puissance brute de 90 000 ch, soit, par cheval, à 183 francs.

Cette fusion partielle, bien que laissant subsister le projet aval de Malpertuis et n'englobant pas l'usine de Bellegarde, présente de tels avantages qu'elle devrait s'imposer pour le cas où la fusion complète des projets rencontrerait une opposition irréductible.

On arriverait à réaliser cette fusion totale par une extension de la donnée initiale qui a servi de base au projet très intéressant de la Boucle du Rhône.

Il suffit, sans que la longueur du tunnel devienne exagérée, qu'il soit reporté plus avant vers le sud et que, partant du Pont de Grésin, il vienne déboucher à la sortie du défilé de Malpertuis. Ce projet unique ne comporterait plus alors qu'un barrage à la cote 327 d'une hauteur de 25 m avec bassins étagés à l'aval pour briser la chute; un tunnel ou plutôt deux petits tunnels parallèles, d'une longueur de 4600 m, avec pente de 1 mm par mètre et section totale de 67 m pour débiter 200 m³ à la seconde; et deux usines génératrices, l'une à l'origine, l'autre à l'extrémité des tunnels, cette dernière, de beaucoup la plus importante, réalisant avec 57,50 m de chute, pendant 300 jours par an, une puissance brute de 155 000 ch environ.

En tenant compte de l'augmentation de longueur du tunnel et des conditions spéciales d'établissement du barrage de Grésin, l'aménagement de ce projet global coûterait :

Travaux.	14 500 000 fr.
Matériel et machines	10 500 000 fr.
Ensemble.	25 000 000 fr.

soit 160 fr. le cheval.

En résumé, par l'utilisation au moyen de quatre usines distinctes, le prix de l'unité ressortirait à . . . . 260 fr.

Par l'utilisation au moyen des projets fusionnés de Grésin et de la Boucle du Rhône il s'abaisserait à. . . . . 183 fr.
et il ne serait plus que de. . . . . . . 160 fr.
avec l'adoption du projet global.

Il en ressort qu'à tous égards la première solution ne saurait prévaloir et que la fusion de tous les projets en un seul est encore plus avantageuse, comme prix de revient, que la fusion partielle des deux projets de Grésin et de la Boucle du Rhône; et l'on doit tenir compte aussi qu'au point de vue financier et pratique l'entreprise serait facilitée par la possibilité de procéder graduellement aux augmentations de puissance en se réglant sur les besoins de l'industrie, c'est-à-dire en procédant tout d'abord à la construction de l'usine du Barrage, puis aux tunnels, puis à l'extension progressive de la grande usine d'aval.

Si des intérêts particuliers opposaient un obstacle insurmontable à l'adoption d'un tel projet unique, il faudrait d'autant plus préconiser la fusion des deux premiers projets qui, à un degré un peu moindre il est vrai, réalise pourtant les mêmes avantages.

Ces avantages disparaissent complètement au contraire avec quatre projets distincts et concurrents.

M. Garcia termine en exprimant le vœu que nos richesses en houille blanche dans la région des Alpes françaises et du Haut-Rhône ne restent pas plus longtemps inexploitées et que nous entrions plus résolument dans la voie féconde où nous ont devancés la Suisse et l'Italie.

Il cite les chemins de fer à traction électrique de la Haute-Italie et montre que l'électro-chimie et l'électro-métallurgie semblent devoir révolutionner de leur côté l'industrie du vingtième siècle. Il y a là, dans un avenir prochain, un emploi de puissances considérables pour lesquelles la valeur ne peut en aucun cas lutter avec l'énergie hydro-électrique.

Avec les progrès réalisés dans le transport électrique de l'énergie, une distance de 200 km n'est plus un obstacle aux développements des usines génératrices; elles pourront donc venir, en outre, dans un grand nombre de centres industriels, concurrencer la vapeur pour les puissances beaucoup moins importante de la moyenne industrie.

M. Garcia insiste, à ce sujet, sur cette constatation qu'il a faite lui-même dans la région lyonnaise

que l'emploi de l'électricité fait presque toujours, par surcroît, réaliser une économie très inattendue : tel industriel qui croyait employer pour les besoins réels de son usine 50 chx et qui établissait d'après ce nombre son prix de revient du cheval, s'est aperçu que son compteur d'énergie électrique ne lui en marquait plus que 35 le jour où il a substitué quelques réceptrices et quelques fils à ses générateurs, à sa machine et à certaines transmissions lourdes et compliquées. C'est sur cette constatation très importante au point de vue de la vulgarisation du moteur électrique que M. Garcia termine sa communication.

NOTES ALLEMANDES

Appareils de chauffage électrique. — L'usine établie à Francfort-Bockenheim pour la fabrication d'appareils de chauffage et de cuisine, dont les produits sont connus sous la marque « Prométhée », vient de faire breveter et de mettre en circulation un nouveau système de foyers électriques.

Ces foyers sont constitués par un certain nombre, quatre ordinairement, de lampes à incandescence de forme particulière. La dimension des lampes est, bien entendu, beaucoup plus considérable que dans celles usitées pour l'éclairage; l'ampoule en verre dépoli affecte la forme cylindrique, et les filaments sont disposés de façon à donner, avec la plus faible intensité lumineuse, une grande puissance calorifique.

Les quatre lampes sont disposées, soit en éventail, soit parallèlement, en face d'un réflecteur en cuivre, breveté lui-même, et construit de telle sorte qu'il produit le rayonnement maximum et permet de tirer tout le parti possible de la chaleur dégagée par les lampes. Il va sans dire que ce réflecteur peut recevoir toute l'ornementation désirable et qu'on s'est attaché à donner à l'ensemble un aspect assez décoratif pour faire bonne figure dans un appartement.

Il n'est pas besoin de mentionner les avantages d'un semblable mode de chauffage : absence de fumée et de suie, aucun produit de combustion et nul danger d'incendie. Son emploi est tout indiqué pour les salles de bains, cabinets de toilette, salons, vestiaires, etc., dans tous les locaux, en général, dont le chauffage est par destination, isolé et intermittent.

Les lampes sont accouplées par paires; les deux situées aux extrémités de la rangée ou de l'éventail et les deux intérieures, sont commandées par un commutateur.

La consommation normale d'un foyer est de 1 kw (4 lampes à 250 watts); on en construit cependant de 2 kw (4 lampes à 500 watts). Sous 100-120 volts, les 4 lampes sont montées en parallèle, de sorte que si l'une d'elles vient à brûler, elle est seule hors d'usage. Sous 200-240 volts, 2 lampes sont montées en série et les 2 paires en parallèle; auquel cas la rupture d'un des filaments entraine l'extinction de la lampe montée en série avec celle qui se trouve détériorée.

***

Lignes télégraphiques allemandes en Asie Orientale. — La mise en service du câble Tsingtau-Tschifu a permis au territoire allemand de Kiantschou d'éviter l'emprunt des lignes chinoises pour ses communications téléphoniques et de se relier au réseau international. En utilisant le câble anglo-danois de Tschifu à Taku, l'échange des télégrammes devient possible entre Tsingtau et Péking, le corps de troupe opérant en Chine ayant établi une ligne de Tientsin à Péking; dans les marécages du Bas-Péiho, les communications s'effectuent, dans les meilleures conditions, à l'aide des appareils Marconi.

La prochaine ligne qui sera établie sera celle de Tsingtau à Schang-hai. Les travaux doivent commencer aussitôt que les 715 km de câble nécessaire auront été livrés par l'usine de Nordenham, qui en a entrepris la fabrication. Des pourparlers seraient en outre engagés avec le gouvernement japonais, tendant à l'établissement d'un câble entre Tsingtau et Nagasaki. Les travaux pour la construction de ces deux lignes seront vraisemblablement terminés avant la fin de l'année courante.

Ces deux lignes constituent une amorce excellente d'un grand réseau télégraphique allemand en Extrême-Orient et ils permettent d'en espérer l'extension : l'une des branches partirait de Schanghaï pour aller joindre Canton, par Foutschou, Amoy et Swatau; la ligne de Nagasaki serait l'artère principale d'un réseau s'étendant jusqu'aux îles allemandes du sud.

***

Le premier chemin de fer électrique en Chine. — La mise en service de la ligne électrique, construite par MM. Siemens et Halske, de Péking à Ma-chia-fu coïncide avec la réouverture de la ligne Tientsin-Péking. La ligne électrique n'est que la continuation de cette dernière et appartient comme elle au réseau des Imperial Railways of North-China. Les voies sont à écartement normal; le conducteur aérien est porté par des poteaux en bois.

L'usine électrique comporte deux machines couplées, sans condensation et deux dynamos de 45 kw sous 500 volts.

Le matériel roulant se compose de 4 voitures motrices et de 4 voitures de remorque, contenant chacune 16 places assises et 14 debout. Les moteurs prennent le courant par l'intermédiaire des archets en aluminium Siemens et sont munis d'appareils de sûreté. L'exploitation se fait dans de bonnes conditions, quoique la nature du pays ait créé des difficultés d'ordre particulier.

On n'était pas sans appréhension, en effet, au début de l'entreprise, sur la manière dont les indigènes accueilleraient cette nouveauté. Il était à craindre qu'ils ne vissent dans tout cet appareil quelque manifestation diabolique et leur agitation n'eût pas manqué de causer quelque dommage.

Il n'en a rien été, heureusement, et les Chinois se sont habitués sans peine au moyen de locomotion qu'on leur offrait.

Nouveaux appareils de résistance. — La maison W. C. Heraeus, de Hanau sur Mein, fabrique actuellement, pour les résistances, des bâtons de porcelaine recouverts d'un vernis spécial conducteur. Ce vernis, qui constitue, en réalité, toute l'invention, et dont, naturellement, les industriels en question se sont réservé la fabrication exclusive, conduit l'électricité comme les métaux.

Les bâtons ont d'ordinaire une longueur de 0,25 cm, la résistance pour 0,10 cm pouvant atteindre 2 à 100 ohms ; le diamètre est le plus souvent de 6 mm, mais on emploie également bien des bâtons de 2 à 20 mm qui peuvent supporter sans la moindre altération une température continue de 800°. Ils sont précieux pour tous les cas où l'on doit rechercher une grande résistance sous un faible volume et sans induction. Des recherches sont faites, en outre, aux laboratoires de l'usine en vue d'établir des résistances de plusieurs milliers d'ohms.

Les bâtons de 18 cm, de 20 ohms de résistance, s'emploient bien avec des courants sous 110 volts, le coefficient de température atteignant environ $\frac{1}{475} = 0,0021$.

***

Situation des chemins de fer électriques en Allemagne. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* vient de publier une statistique qui montre la situation actuelle du réseau électrique allemand et met en lumière les progrès accomplis durant les cinq dernières années.

Au 1er septembre 1900, 99 villes allemandes possédaient un service de traction électrique. Il est à remarquer, d'ailleurs, que le nombre des localités desservies est beaucoup plus considérable ; car, dans beaucoup de villes, le réseau n'est pas limité à l'enceinte même de la cité ; il s'étend à la banlieue et unit la ville à des bourgs suburbains, parfois même assez éloignés. Il en est ainsi, par exemple, pour Wolfenbüttel, Düsseldorf, Duisbourg, Hanovre, Hildesheim, etc.

Au nombre de ces 99 villes, 30 avaient entrepris des travaux pour la construction de nouvelles lignes ou le prolongement de celles déjà existantes. D'un autre côté, 28 villes qui ne possédaient aucun réseau électrique en avaient élaboré le projet ou commencé la construction, de sorte qu'au 1er janvier 1901, le nombre des villes ou districts possédant des chemins de fer ou tramways électriques s'élevait à 107.

Quant au nombre des voitures, au rendement des machines, à la longueur des voies, le tableau ci-après fait ressortir plus éloquemment que toute description la progression constante pendant les mêmes années :

	Au 1er septembre					Augmentation en % pendant la dernière année
	1896	1897	1898	1899	1900	
Nombre des villes ou districts possédant un réseau	42	56	68	88	99	12,5
Largeur des lignes (km)	583	957	1430	2049	2868	40,0
— des voies (km)	854	1356	1939	2813	4255	51,3
Nombre des voitures motrices	1571	2255	3190	4504	5994	33,1
— de remorque	989	1601	2128	3138	3962	26,3
Rendement des machines en kw	18560	24920	33833	52509	75608	44,0
— accumulateurs, kw	—	—	5118	13532	16890	24,8

Le système à trolley est le plus employé. Quelques villes utilisent le système mixte à trolley et accumulateurs, qui se chargent durant le parcours effectué sur les sections à trolley. Le conducteur souterrain n'est usité que sur trois lignes ne dépassant pas 3 1/3 km, à Berlin, Dresde et Düsseldorf.

Le système par accumulateurs n'a été adopté que dans trois exploitations, mais il est à remarquer que deux de ces lignes (chemin de fer du Palatinat) atteignent une longueur de 50 et 60 km.

Enfin, la première application du troisième rail comme conducteur a été employée pour la première fois en Allemagne, sur la ligne de Berlin à Zehlendorf.

BIBLIOGRAPHIE

Elektrische Verbrauchsmesser der Neuzert für den praktischen Gebrauch dargestellt [*Les compteurs électriques actuels considérés au point de vue pratique*], par Johannes Zacharias, ingénieur. Un volume in-8° de XII-352 pages avec 194 figures et de nombreux tableaux. Prix : 15 marks. (Haale s. S., Wilhelm Knapp, libraire-éditeur).

L'ouvrage de M. Zacharias constitue une monographie très complète des divers types de compteurs électriques actuellement employés dans les installations, principalement en Allemagne.

Après une introduction dans laquelle l'auteur reproduit d'abord le texte de la loi de l'empire relative aux unités électriques, puis examine successivement les diverses conditions auxquelles doivent satisfaire les compteurs pour donner des indications exactes, il aborde la description des divers systèmes de compteurs qu'il range en deux catégories : les compteurs chimiques et les compteurs mécaniques.

En ce qui concerne les compteurs chimiques aujourd'hui presque complètement abandonnés, M. Zacharias se borne à donner une description

sommaire du compteur de quantité Edison qui n'est autre chose qu'un voltamètre.

La partie relative aux compteurs mécaniques est très développée et cette étude descriptive constitue certainement le travail le plus complet qui ait été publié jusqu'à présent sur cette catégorie d'instruments.

Les nombreux types de compteurs mécaniques sont étudiés dans l'ordre suivant :

a] Compteurs à pendule système Aron. On y trouve décrits les différents modèles réalisés par cet inventeur : compteur d'énergie, compteur différentiel, compteur pour distribution à trois fils, compteurs pour courants polyphasés, etc.

b] Compteurs moteurs pour courant continu et pour courants alternatifs. Parmi les compteurs pour courant continu, nous citerons ceux d'Elihu Thomson, de Schuckert et de Wagmüller et Hackl. Les compteurs pour courants alternatifs décrits sont les suivants : le compteur Blathy construit par la Société Helios et par la Société Ganz; le compteur d'induction de Carl Raab construit par la Société Schuckert; le compteur Hartmann et Braun; le compteur Ferraris construit par la Société Siemens et Halske; le compteur Catenhusen et Brockelt; les compteurs de l'Allgemeine Elektricitæts Gesellschaft; le compteur Elihu Thomson pour courants triphasés.

c] Compteurs oscillants de l'Allgemeine Elektricitæts Gesellschaft et de Hummel.

d] Compteur moteur à courant inversé de la Deutsch-Russischen Elektricitætszæhler Gesellschaft.

e] Compteur de précision à intégration discontinue de Siemens et Halske.

f] Compteurs spéciaux pour tramways électriques.

g] Compteurs pour batteries d'accumulateurs de l'A. E. G. et du docteur Aron.

h] Compteurs à tarifs variables du docteur Aron et de la Société Schuckert.

i] Compteurs à prépaiement du docteur Aron et de Long-Schattner.

k] Compteurs de temps d'Aron, de Siemens et Halske, d'Hartmann et Braun, de l'A. E. G. et de Wright.

l] Wattmètres enregistreurs d'Hartmann et Braun et de Siemens et Halske.

Après la partie descriptive, M. Zacharias étudie complètement la partie pratique qui comporte plusieurs chapitres consacrés à l'installation des compteurs, à la lecture des cadrans, à la vérification et à l'étalonnage et enfin au choix du compteur d'après l'usage auquel il est destiné.

Cet intéressant travail se termine par une analyse des divers brevets pris en Allemagne pour des compteurs électriques depuis 1881 jusqu'à la fin de 1900. J.-A. M.

CHRONIQUE

La télégraphie sans fil dans les îles Hawaï.

Le projet des Américains d'établir un réseau complet de télégraphie sans fil dans les îles Hawaï, est aujourd'hui réalisé. L'île principale de Honolulu communique maintenant avec toutes les autres îles de l'archipel et ces dernières correspondent en outre entre elles. Toutes les stations sont déjà installées et les essais opérés ont donné pleine satisfaction. Les différentes îles, sauf celle de Kanai, ont maintenant une communication électrique. On rencontre une station à Honolulu, une deuxième à Hilo et une troisième à Lanai. Cette dernière remplit le rôle d'intermédiaire entre les deux premières. A partir de Lanai, les dépêches suivent par câble jusqu'à Maui. Le réseau hawaïen de télégraphie sans fil est mis à la disposition du public. — G.

Communication télégraphique sans fil entre le phare de Borkum et le bateau-phare de Borkum Riff.

D'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift* de Berlin, le dispositif de télégraphie sans fil qui a été installé, le 15 mai 1900, entre le phare fixe de Borkum et le bateau-phare de Borkum Riff avait déjà transmis, au 31 décembre dernier, 655 télégrammes représentant un total de 8040 mots. Le service s'est effectué, depuis le premier jour, d'une manière absolument satisfaisante. Toutefois la télégraphie sans fil ne trouve généralement son emploi que pour les relations entre les deux postes ci-dessus; ces postes communiquent d'ordinaire au moyen de signaux optiques avec les navires qui passent au large. En matière de télégraphie sans fil, c'est dans les communications avec le paquebot du Lloyd *Kaiser Wilhelm der Grosse* que l'on a obtenu le résultat le plus appréciable; en effet ce bâtiment est parvenu à s'entendre parfaitement avec la station du phare fixe à une distance d'environ 74 km. Bien plus, même à une distance de 98 km, il a émis des signaux télégraphiques encore satisfaisants que le phare fixe est parvenu à recueillir. Au cours de l'été, le dispositif en question n'a eu son fonctionnement entravé que par quelques perturbations, pour la plupart dues à des coups de foudre. Les dérangements les plus prolongés se sont manifestés durant l'automne et pendant l'hiver : ils ont été occasionnés par les avaries des mâts et vergues qui portent les antennes. C'est surtout à bord du bateau-phare que l'on rencontre des difficultés pour assurer le service. En effet, par les gros temps, tous les appareils non fixés au navire éprouvent des chocs grandement préjudiciables pour leur sensibilité. De plus, ces appareils se trouvent installés, sur le pont même, dans un local nullement protégé contre l'air chargé d'humidité et de sel. Sur le nouveau bateau-phare que l'on doit prochainement construire, le poste télégraphique sera aménagé au-dessous du pont, de manière que les appareils possèdent plus de stabilité et qu'ils échappent à l'action oxydante de l'air de la mer. Notons, en terminant, un fait qui mérite une mention particulière; les deux stations dont nous venons de parler ne sont point desservies par des télégraphistes de profession, mais bien par le personnel ordinaire du phare fixe et du phare flottant. — G.

La distribution de l'énergie électrique dans la Grande-Bretagne au 1er janvier 1901.

The Electrician publie chaque année une intéressante statistique mettant en relief les progrès de la distribution de l'énergie électrique dans le Royaume-Uni. Il résulte de cette statistique, résumée dans le tableau ci-dessous, qu'il y a actuellement une puissance de près de 300 000 kw utilisée électriquement à la distribution, sans compter les installations privées, les tramways et les chemins de fer.

Nature des courants

	Continus	Alternatifs	Continus et alternatifs	Totaux
Installations municipales	8 000	6 200	0	14 200
Compagnies privées	41 600	13 400	36 200	91 200
Totaux..	49 600	19 600	36 200	105 400
Provinces.				
Installations municipales	85 100	42 700	27 900	155 700
Compagnies privées	15 200	5 700	10 100	31 000
Totaux..	100 300	48 400	38 000	186 700
Londres et provinces	149 900	68 000	74 200	292 100

Total général : 292 100 *kw*.

Au point de vue de l'exploitation municipale ou par compagnies privées, la statistique fournit les chiffres suivants :

	Exploitations municipale.	Compagnies.
Londres	14 200	91 200
Provinces	155 700	31 000
Totaux	169 900	122 200

Ces chiffres apportent des arguments pour et contre les exploitations municipales, car si, d'une part, et dans l'ensemble, il y a cinq fois plus d'exploitations municipales que de Compagnies privées en province, il y en a, d'autre part, près de sept fois moins à Londres.

Le chemin de fer électrique métropolitain de Saint-Pétersbourg.

Les journaux russes annoncent que M. Balinski, ingénieur, vient d'arrêter le projet d'un chemin de fer métropolitain que l'on se propose de construire à Saint-Pétersbourg. Ils donnent sur ce projet les détails suivants.

Le réseau sera desservi par une seule gare centrale. Il comprendra une ligne circulaire et plusieurs embranchements qui doivent se détacher de la périphérie pour se rendre au centre. La ligne circulaire touchera toutes les grandes gares de la capitale. Ce réseau métropolitain doit avoir un développement total de 101 km. Il sera aérien. La voie double et présentant l'écartement normal de tous les chemins de fer russes, sera posée sur des piliers en fer et, dans les faubourgs, sur des remblais. D'un pilier à l'autre, on murera l'espace intermédiaire et on y ménagera des magasins et même, dans quelques grandes rues, des boutiques.

Le projet prévoit l'établissement de neuf ponts sur la Néva et sur les différents canaux qui traversent la ville. Ces ponts en fer seront portés par des piliers en granit; ils offriront l'espace nécessaire pour la pose d'une double voie et en outre un passage pour les voitures ordinaires et les piétons. Les nombreuses stations seront rendues accessibles au public au moyen d'escaliers ou d'ascenseurs. La gare centrale, elle, sera construite sur l'emplacement actuellement occupé par l'hôpital Oboukhov.

Le chemin de fer métropolitain assurera un triple service : 1° le transport des trains urbains de voyageurs; 2° le transport des trains de voyageurs et de marchandises amenés par les grandes lignes; 3° le transport des trains de voyageurs et de marchandises de la banlieue. On n'emploiera que l'électricité comme force motrice. Les trains se succéderont toutes les deux minutes et marcheront à une allure de 42 à 74 km à l'heure.

Une compagnie anglaise par actions doit être chargée de l'exécution complète, dans un délai de cinq ans, de ce projet grandiose. On évalue à 760 millions de francs la dépense totale. On estime que la première année d'exploitation donnera un intérêt de 1,5 0/0 sur le capital de premier établissement et la dixième année un intérêt de 5 0/0. — G.

CORRESPONDANCE

Paris, le 20 mai 1901.

Monsieur A. Bainville, ingénieur.

Nous venons de prendre connaissance de votre article paru dans le journal « l'Électricien » du 27 avril et constatons une erreur qui pour nous est grave.

En parlant du Jeu d'orgue que vous décrivez dans ce journal, vous dites :

« Ce jeu d'orgue se distingue de celui de MM. Mornat et Langlois, en ce qu'il peut et qu'il est en réalité commandé de la scène, ce qui présente certains avantages en évitant, par exemple, des erreurs possibles dans la transmission des ordres. »

D'après ce qui précède, il semblerait résulter que notre Jeu d'orgue ne peut être placé sur la scène.

Ceci est inexact, car nous pouvons au contraire placer la commande sur la scène et les résistances en un point quelconque du théâtre.

Nous comptons sur votre obligeance pour rectifier en ce sens.

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations empressées.

Mornat et Langlois.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

L'EXPOSITION DE GLASGOW

Après Paris, Buffalo; en même temps que Buffalo, Glasgow. La grande manifestation industrielle française de 1900 se répercute cette année en deux échos lointains, mais bien amoindris; l'intérêt se divise, l'activité des concours et des adhésions s'affaiblit et bien qu'ayant officiellement le titre d'internationales et d'universelles, les expositions américaine et anglaise ne peuvent guère être considérées que comme des réunions toutes particulières et, pour ainsi dire, locales. Nous avons parlé dernièrement dans ces colonnes de la *Pan American* Exposition (1), nous allons aujourd'hui résumer l'exposition anglaise qui, bien que très incomplète encore, a dû cependant s'ouvrir le 2 mai dernier à Glasgow.

Situés dans Kelvingrove Park, les bâtiments de l'Exposition, qui s'élèvent en face de la charmante rivière Kelvin sillonnant les jardins, se composent principalement, au centre, du palais de l'Industrie communiquant à une immense galerie ou hall qui est relié lui-même à la salle des machines dont elle forme une annexe; en face se trouvent le palais des Beaux-Arts et, disséminés dans le parc, les pavillons étrangers. L'ensemble des palais couvre une étendue de 25 hectares. Le palais de l'Industrie est le bâtiment principal de l'Exposition; il comporte un dôme majestueux flanqué de quatre tours de 45 m de haut et de quatre sortes de minarets haut de 36 m; ce dôme est surmonté d'une statue symbolique gigantesque de l'Électricité, qui plane sur l'Exposition à une hauteur de 60 m. Des arcades et des colonnades ornent le premier étage et le rez-de-chaussée et relient ce bâtiment central à la galerie des machines. Celle-ci, longue de 152 m sur 92 m de largeur, communique, comme nous l'avons dit, avec le palais de l'Industrie par un hall vitré demi-circulaire appelé *Grande avenue* et qui mesure 304 m de long sur 23 m de large. On accède donc aux machines en service et aux groupes électrogènes servant à l'éclairage et à la force motrice de l'Exposition, après avoir traversé les longues files de machines fixes exposées dans la Grande avenue et visité les appareils de toutes sortes qui garnissent le palais de l'Industrie. L'Amérique seule y figure à côté de l'Angleterre. Les autres nations, la France, la Russie, le Japon, la Perse, ont des pavillons séparés.

Si, après avoir donné ce coup d'œil général à l'installation, nous examinons maintenant la composition de la galerie des machines, nous voyons d'abord que dans la salle des chaudières figurent : quatre grandes chaudières Lancashire, de M. Penman et Cie de Glasgow, mesurant chacune 9,15 m de long sur 2,45 m de diamètre; une de MM. Davey, Paxman et Cie, de 4,20 m de longueur sur 2,45 m de diamètre; deux de la Stirling Boiler Co d'Edimbourg; deux de M. Babcok et Wilcox. Ces chaudières, renfermées dans une annexe qui mesure 62 m sur 21 m et qui est située à l'ouest de la salle des machines, fournissent la vapeur nécessaire aux groupes électrogènes de l'Exposition, sous une pression de 11 kg par cm².

(1) Voir l'*Electricien*, 1900, 1er semestre, p. 325.

Ces groupes électrogènes sont au nombre de 12 et donnent une puissance totale de 4176 chx; cinq fonctionnent sous une tension de 500 à 530 volts et les sept autres à une tension de 250 à 260 volts, de manière à pouvoir desservir facilement les différentes parties et sections de l'Exposition. Ils comprennent :

1° Deux moteurs verticaux Willans et Robinson à triple expansion, accouplés l'un à une dynamo Crompton et l'autre à une géneratrice Schukert d'une puissance de 1200 chx chacune et qui fournissent du courant à 500 volts.

2° Un moteur horizontal compound de MM. Robey et Cie de Lincoln, accouplé à une dynamo Mavor et Coulson de 500 chx. Les cylindres du moteur mesurent 0,50 m et 0,88 m de diamètre, avec 1,25 m de course, la vitesse est de 90 révolutions à la minute.

3° La maison Robey possède également un autre groupe électrogène de 70 chx comprenant un moteur vertical et une dynamo Scott et Mountains marchant à 550 tours par minutes.

4° Un moteur Belliss et Morcom, du type vertical compound à grande vitesse, accouplé à une dynamo de 200 kw de MM. Bruce, Peebles et Cie, d'Edimbourg.

5° Un moteur Sisson et Cie, de Gloucester, de 125 chx accouplés à une dynamo Clarke, Chapman et Cie;

6° Puis vient le moteur vertical compound tandem de MM. Alley et Mac Lellan, de Glasgow, avec une dynamo Mavor et Codeson de 300 chx;

7° Un moteur Browett Lindey du type vertical compound, ayant des cylindres de 0,30 m et de 0,52 m de diamètre respectifs avec 0,22 m de course est accouplé avec une dynamo de 200 chx de la Compagnie Edison Swan;

8° Un moteur Davey Paxman et Cie, dont les pistons ont 0,76 m de course entraînant à 150 révolutions une dynamo de la Compagnie Electric Construction, de Londres, d'une puissance de 200 chx;

9° Un moteur compound Hargreaves et Cie, de Bolton, qui actionne un alternateur de la Compagnie Lancashire-Dynamo, de Manchester, fournissant 300 chx;

10° Un ensemble de 100 chx exposé par MM. Ruston, Proctor et Cie;

11° Enfin, un dernier groupe de 130 chx de MM. Scott, Mountain et Cie.

Chacune de ces dynamos est reliée aux barres omnibus du tableau de distribution par l'inter-

médiaire d'un interrupteur automatique. Les feeders aboutissent de là à six sous-stations de distribution : deux dans la galerie des machines, au nord-ouest et au sud-ouest, une dans la grande avenue et trois dans le palais de l'Industrie. On commande de ces sous-stations tout l'éclairage de l'exposition : lampes à arc et lampes à incandescence.

Les différentes sections sont illuminées à l'aide de lampes à arc de 10 ampères de différents types et par des lampes à incandescence d'intensités variées. Dans les palais principaux, on a adopté de préférence l'éclairage à arc, avec 10 lampes en séries montées sur le réseau à 500 volts. Dans les autres bâtiments, les lampes à arc sont groupées par 5 en série sur les circuits à 250 volts. En général, l'éclairage comprend une lampe à arc de 10 ampères pour une surface de 655 m^2. Ces lampes sont élevées à 7 m au-dessus du sol dans les grands espaces et dans les autres, à 3,60 m seulement.

Les canalisations d'éclairage sont disposées de manière à pouvoir emprunter instantanément le réseau de distribution de la ville dans le cas où l'on aurait besoin de lampes supplémentaires. Les câbles, partant des six sous-stations et aboutissant au tableau, sont concentriques, isolés au papier et recouverts de plomb; ils sont élongés dans un conduit en bois sous les planchers, ils mesurent environ 4000 m de long et ont été fournis par la Compagnie anglaise Insulated Wire. Quant aux câbles de distribution qui viennent de la maison Frankenburgh, de Salford, ils sont en partie aériens et posés sur isolateurs ou enfermés, soit sous moulures, soit dans des tuyaux de fonte selon la disposition et la nature de chaque section.

Un projecteur à miroirs paraboliques de 1,50 m de diamètre a été placé par la Compagnie anglaise électrique Schukert au sommet du palais réservé aux concerts. Les mouvements de ce projecteur sont commandés par deux petits moteurs électriques. Le courant d'alimentation est emprunté à la distribution de la ville, soit 85 ampères sous 500 volts que l'on transforme à cet effet en courant de 150 ampères sous 110 volts.

Quant à la force motrice utilisée par les exposants, elle comprend environ de 60 à 70 moteurs électriques de différentes puissances.

On voit que l'électricité est, comme toujours d'ailleurs maintenant, largement représentée à l'exposition de Glasgow. Quant aux principales sections qui comportent toutes certaines applications électriques, elles sont au nombre de dix, à savoir :

Science, éducation et musique.
Agriculture et minéralogie.
Locomotion et transports en commun.
Marine et navigation.
Mécanique et électricité.
Industries diverses.
Eclairage et chauffage.
Sports et applications.
Industries de la femme.
Beaux-Arts, histoire de l'Ecosse, archéologie.

La rivière qui traverse les jardins du parc a été utilisée pour l'exposition concernant la marine; on y remarque les divers appareils desservant ordinairement les chantiers maritimes, des embarcations électriques, des bouées de sauvetage nouveau modèle, etc.

En résumé, on peut voir, par ce rapide aperçu, que l'Exposition de Glasgow n'offre pas à beaucoup près les intéressants sujets d'études de la grande Exposition de Paris, cependant il était nécessaire d'en signaler d'abord les principaux traits. Notre correspondant d'Angleterre nous en fera ultérieurement connaître les particularités et peut-être des surprises nous sont-elles réservées.

Georges Dary.

ÉTUDE DE LA TRANSMISSION DES ONDES

PAR LES CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

Étude de l'atténuation d'amplitude et des moyens de la réduire.

Dans d'intéressantes communications faites à l'*American Institute of electrical engineers* (1) et dans des brevets américains du docteur Pupin, mis en pratique depuis déjà plus de dix mois, ont été traitées des questions qui sont à l'ordre du jour en télégraphie et en téléphonie, mais que n'a pas encore examinées la presse technique française. Nous nous sommes proposés de les faire connaître à nos lecteurs, en résumant aussi fidèlement que possible l'exposé que l'auteur lui-même a fait de ses travaux et les théories générales de transmission sur lesquelles ils sont basés.

Le plan suivi dans cet exposé sera le suivant :

1° Théorie et calcul des transmissions télégraphiques ou téléphoniques et des améliorations apportées par M. Pupin dans leurs principes et dans leurs détails ;

2° Applications expérimentales de ces améliorations ;

3° Nous terminerons par un exposé des applications pratiques qui en ont été faites jusqu'à ce jour aux États-Unis.

Les études entreprises par le docteur Pupin avaient pour objet d'améliorer la construction et l'installation des conducteurs affectés à la transmission des ondulations électriques et il a réussi à réduire l'intensité du courant nécessaire à la transmission d'une quantité donnée d'énergie, en réduisant l'atténuation subie par les ondes élec-

(1) 3 mars 1899 ; 22 mars 1899 ; 4 avril 1900.

triques et en augmentant d'autant le rendement de la transmission.

Les conducteurs électriques — constitués par une longueur donnée de fil de cuivre par exemple, — possèdent une résistance ohmique, une inductance propre et une capacité électrostatique. Il en résulte que le passage d'un courant électrique variable dans un tel conducteur, donne lieu à trois réactions distinctes :

1° Celle qui est due à la résistance ;

2° Celle qui est due à l'inductance propre ;

3° Enfin, la réaction électrostatique.

En surmontant ces trois réactions, la force électromotrice appliquée au conducteur effectue trois formes de travail qui apparaissent respectivement, la première comme chaleur produite dans le conducteur, la seconde comme énergie emmagasinée dans le milieu environnant sous forme magnétique et la troisième sous forme électrostatique.

Ces trois réactions dépendent des lois physiques auxquelles est soumise la transmission des courants variables dans les conducteurs, lois étudiées d'abord par lord Kelvin, en 1855. Leur théorie a été reprise et étendue en 1857 par G. Kirchhoff. Elle a fait l'objet, depuis ce temps, d'études approfondies de beaucoup de physiciens, notamment en ce qui concerne les développements modernes de la télégraphie, de la téléphonie et de la transmission de l'énergie à longue distance par courants alternatifs.

Le docteur Pupin s'est livré lui-même pendant plusieurs années à des recherches mathématiques et expérimentales à ce sujet et il en a exposé les résultats dans une communication faite à l'*American Institute of Electrical Engineers* le 22 mars 1899. Cette communication, intitulée « Propagation des ondes électriques longues », est publiée dans le volume XV des comptes-rendus de cette Société, auquel nous devrons renvoyer le lecteur désireux d'obtenir de plus complets développements. Nous les donnerons en abrégé dans ce qui suit, avec l'aide des seuls dessins indispensables.

La figure 1 représente un diapason imprimant des vibrations à un fil.

La figure 2 représente les ondes produites dans ce fil exécutant des vibrations dans l'air sous l'action du diapason.

La figure 3 représente le même dispositif avec cette différence que le milieu ambiant offre une résistance appréciable aux vibrations du fil.

La figure 4 représente un alternateur relié par un de ses pôles à un conducteur électrique et par l'autre à la terre.

La figure 5 représente les ondes électriques propagées le long du conducteur de la figure 4, quand la force électromotrice produite par l'alternateur est une harmonique simple.

La figure 6 représente un système vibrant semblable a celui de la figure 1, avec des poids uniformément distribués le long du fil.

La figure 7 représente les ondes produites dans le fil sous l'action du diapason et dans un milieu offrant une résistance appréciable aux vibrations du fil.

La figure 8 représente un conducteur à faible vitesse de propagation du premier type.

La figure 9 représente une modification du premier type de conducteur à faible vitesse de propagation.

La figure 10 représente un conducteur à faible vitesse de propagation du second type, appelé « conducteur à réactance ».

Les figures 11 et 12 représentent des détails d'appareils : la figure 11 étant une vue en coupe d'un transformateur à noyau formé de tôles de fer; la figure 12 étant la vue en bout du même transformateur.

Il convient de signaler brièvement, avec l'aide des figures, les résultats principaux de la propagation des ondes électriques dans les lignes de grande longueur pour faire comprendre le caractère véritable de l'étude et des calculs qui suivent. Certaines analogies mécaniques ajouteront encore à la clarté de nos explications.

Dans la figure 1, A B C représentent un diapason fixé rigidement en C, le fil attaché en B étant supposé soumis à une certaine tension et fixé par son autre extrémité en D. Sa position d'équilibre est représentée en traits pleins B D.

Supposons maintenant qu'on imprime au diapason des vibrations continues, entretenues électriquement ou par tout autre moyen ; il en résultera dans le fil des vibrations soumises à la période vibratoire du diapason.

Nous allons décrire brièvement deux formes principales de vibrations.

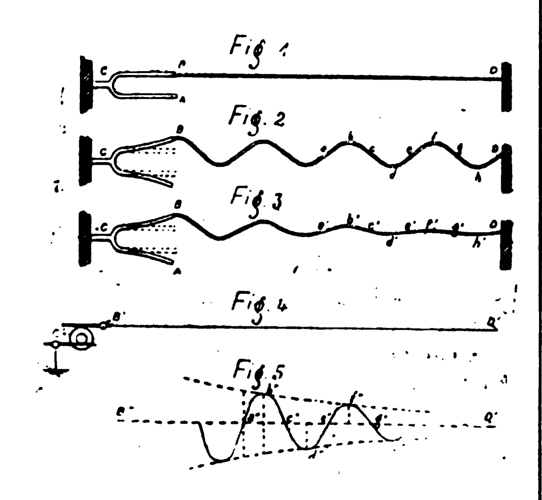
La figure 2 représente des vibrations stationnaires, c'est-à-dire celles qu'on obtient quand les résistances dues aux frottements internes et externes sont négligeables : l'amplitude des ondes demeure constante; il en résulte que les ondes directes venant du diapason et les ondes réfléchies venant du point d'attache D ont la même amplitude et donnent lieu, par interférence, à des ondes stationnaires dont les nœuds sont en *a c e g* D, et les ventres en *b d f h*.

La figure 3 correspond au cas où les résistances de frottement ne sont pas négligeables et où les ondes subissent une atténuation d'amplitude de B en D. Après réflexion en ce point, les ondes de retour ont une amplitude plus faible que les ondes directes et leur interférence avec ces dernières ne produit pas un système d'ondes stationnaires : le fil ne représente donc plus à l'œil une forme ondulatoire définie, mais sa forme change constamment. Si on l'observe au moyen d'un miroir tournant ou au moyen d'étincelles périodiques, on trouve qu'il affecte la forme *a' b' c' d' e' f'* (fig. 3), forme ondulatoire à amplitude décroissante.

Si on suppose que les résistances de frottement

sont proportionnelles à la vitesse, le rapport d'atténuation sera constant.

Les deux constantes les plus caractéristiques de cette courbe sont la vitesse de propagation, qui fixe la longueur d'onde pour une fréquence donnée, et le rapport d'atténuation (ou rapport des amplitudes des deux demi-ondes successives). Ces deux constantes dépendent de la densité, de la tension et des résistances de frottement du fil, ainsi que de la fréquence de l'ondulation. Si par exemple, toutes choses égales d'ailleurs, la tension est plus élevée, la vitesse de propagation sera plus grande et il en sera de même de la longueur d'onde pour une fréquence donnée. Un intérêt tout particulier s'attache en téléphonie ou en télégraphie au rapport d'atténuation et à l'influence de la densité du fil sur la valeur de ce rapport. En employant des fils de densité progressivement



croissante, nous pourrons réduire autant que nous voudrons ce facteur, en dépit même des résistances de frottement, et inversement en employant des fils de plus en plus petits on peut accroître progressivement l'atténuation; en d'autres termes, la transmission d'énergie se fait beaucoup mieux par un fil dense que par un fil léger.

L'énergie transmise au fil par le diapason, et transmise par le fil au point D existe en partie comme énergie cinétique ou énergie de déplacement du fil, et en partie comme énergie potentielle ou énergie de déformation de ce dernier. La propagation des ondes consiste en transformation d'énergie cinétique en énergie potentielle et *vice versa*. Pendant cette transformation, une partie de cette énergie est dissipée en chaleur par les résistances de frottement. On suppose que ces réactions sont proportionnelles à la vitesse et les pertes qui en résultent, proportionnelles au carré de la vitesse.

Considérons maintenant l'énergie cinétique d'un élément du fil : elle est proportionnelle au produit de la masse par le carré de sa vitesse. Si la masse prend une valeur n^2 fois plus grande, l'élément sera capable d'emmagasiner la même quantité d'énergie cinétique avec une vitesse n fois moindre ; mais, puisque les pertes en chaleur produites par les frottements sont proportionnelles au carré de la vitesse, il s'ensuit que, dans le second cas, l'élément du fil transmet la même quantité d'énergie avec des pertes n^2 fois moindres. En d'autres termes, les pertes sont à peu près inversement proportionnelles à la densité. Le fait physique que des fils denses transmettent plus efficacement l'énergie que des fils légers, se ramène donc au principe fondamental que des fils denses exigent une vitesse moindre pour emmagasiner une quantité donnée d'énergie cinétique, et qu'une vitesse moindre entraîne une moindre dissipation d'énergie et, par conséqnent, une moindre atténuation de l'onde. Plus le fil est dense, plus sa vibration sera près de donner des ondes stationnaires.

La vibration du fil que nous venons de considérer est analogue à la propagation des ondes électriques dans un conducteur B'D' relié (fig. 4) par une extrémité B' à un alternateur C', dont la force électromotrice est une harmonique simple et dont l'autre extrémité est reliée à la terre. Cette analogie résulte de l'analogie parfaite des réactions accompagnant la vibration d'un fil et la transmission d'ondes électriques : la réaction d'accélération, la réaction de tension et la réaction de frottement, suivent les mêmes lois que les réactions ohmique, inductive et de capacité, c'est-à-dire que la résistance ohmique, l'inductance et l'inverse de la capacité par unité de longueur du conducteur, correspondent respectivement à la densité, à la tension et au coefficient de frottement du fil.

Dans la figure 5, la ligne B' D' représente le fil conducteur de la figure 4. Les ordonnées de la courbe 5 représentent les valeurs instantanées du courant aux divers points du conducteur; cette courbe de courant a la même forme que la courbe du fil représenté figure 3. L'énergie magnétique du courant correspondant à l'énergie cinétique du fil vibrant, un fil dense présentera, sur un fil léger, les mêmes avantages au point de vue de la transmission de l'énergie électrique qu'à celui de la transmission de l'énergie mécanique, par le pouvoir qu'il possède d'emmagasiner une quantité donnée d'énergie magnétique avec un courant moindre. Quand l'accumulation d'énergie magnétique s'effectue par de faibles courants, l'atténuation des ondes est moindre et l'on réalise un meilleur rendement. Ces faits résultent des calculs suivants.

Faisons-les précéder d'abord de deux définitions établies par le docteur Pupin.

Dans son Mémoire sur la « Propagation des ondes électriques », page 122, les expressions mathématiques des constantes les plus importantes ont reçu le nom de « constante de longueur d'onde » et « constante d'atténuation », que nous



avons représentées par les symboles α et β; leurs expressions mathématiques sont les suivantes :

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} p\, C \left\{ \sqrt{p^2 L^2 + R^2} + pL \right.}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} p\, C \left\{ \sqrt{p^2 L^2 + R^2} - pL \right.}$$

dans lesquelles :

L est la self-inductance du fil par mille (1).

C la capacité du fil par mille.

R la résistance ohmique du fil par mille.

$p = \frac{2\pi}{T}$.

T la période de la force électromotrice appliquée.

La signification physique de ces deux constantes peut être établie assez simplement. Soit :

λ = la longueur d'onde.

On a alors : $\lambda = \frac{2\pi}{\alpha}$.

D'où le nom donné dans cette étude de « constante de longueur d'onde » appliqué à la quantité. Supposons transmise du point B' une onde d'amplitude U (fig. 4), au moment où elle atteint un point à distance s de B'', son amplitude devient $U e^{-\beta s}$, où e est la base des logarithmes néperiens. La constante β mesure l'atténuation, d'où le nom de « constante d'atténuation » qui lui a été donné. L'expression $e^{-\beta s}$ est appelée « facteur d'atténuation » parce que c'est le facteur qui, multiplié par l'amplitude initiale, donne l'amplitude à distance s de la source.

Considérons maintenant trois exemples numériques distincts pour montrer l'influence de ces constantes sur la transmission de l'énergie électrique dans les conducteurs.

Les câbles souterrains du réseau téléphonique de New-York présentent les constantes suivantes :

$L = 0$ (sensiblement nulle).

$C = 5.10^{-8}$ farad.

$R = 20$ ohms.

Avec ces données, les formules donnant α et β sont :

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} p\, C\, R}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} p\, C\, R}.$$

soit :

$p = 2\pi \times 3000 = 19\,000$.

La fréquence de 3000 a été prise comme étant bien supérieure à la fréquence la plus élevée dans la transmission électrique de la parole. Nous allons montrer que, même à cette fréquence élevée, l'atténuation peut être grandement réduite par l'addition d'inductance à la ligne. Les valeurs pour cette fréquence sont les suivantes :

$$\alpha = 0{,}0974.$$
$$\beta = 0{,}0974.$$

La longueur d'onde $\lambda = \frac{2\pi}{\alpha} = 64$ milles en chiffres ronds.

L'atténuation à une distance de 250 milles, égale à peu près à la distance séparant New-York de Boston, est obtenue comme suit : soit U = l'amplitude initiale ou amplitude du courant à New-York. Alors le courant à Boston sera :

$$U e^{-250\beta} = U e^{-24}.$$

Ce qui veut dire que, pratiquement, aucun courant n'atteint le second point.

La résistance ohmique absorbe complètement l'énergie ondulatoire avant même que celle-ci ait fait la moitié du trajet. Même au cas où il serait possible d'employer un plus gros fil et de donner à R une valeur de 5 ohms, le rapport des amplitudes au point d'arrivée et au point de départ serait $e^{-\cdot 2}$, en supposant que la capacité n'ait pas augmenté. Dans de telles conditions, les communications téléphoniques entre ces deux villes seraient impossibles même sur ce gros fil et l'impossibilité subsiste même au cas où la fréquence téléphonique la plus élevée serait inférieure à 3000 périodes par seconde.

Examinons maintenant l'action du câble de 20 ohms de résistance par mille, en supposant qu'on élève son inductance à 0,05 henry par mille. Cette valeur est à peu près égale à 10 fois l'inductance des lignes téléphoniques de New-York à Chicago. La longueur d'onde et la constante d'atténuation de ce câble seraient approximativement :

$$\lambda = 6{,}66 \text{ milles}.$$
$$\beta = 0{,}01 \text{ milles}.$$

et le rapport des amplitudes à Boston et à New-York de $e^{-2,5}$. Dans ces conditions, il devient possible de communiquer à une distance dépassant même 1000 milles. Ces exemples numériques montrent clairement les effets favorables de l'inductance et permettent d'aborder le calcul de l'inductance complémentaire à insérer dans la ligne, comme nous le verrons dans la suite de cette étude.

JOHNSON.

(A suivre.)

(1) Ou 1600 m environ. On a conservé les mesures américaines qui n'ont aucun inconvénient et sont d'une application facile aux lignes dont les constantes ont été établies de même et qui nous servent ci-dessous d'exemple.



SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES

(Suite et fin) (1).

Mode opératoire. — Pour faire une mesure, on prépare un échantillon avec les tôles à essayer, suivant les indications précédemment fournies et en observant particulièrement les dimensions et la position donnée aux tôles dans le support à pince.

On dispose successivement dans ce support, l'échantillon A, l'échantillon B, puis celui qu'on veut expérimenter et que nous appellerons X.

Dans chacune des trois opérations, on note les déviations à gauche et à droite en ayant soin de tourner la manivelle le plus uniformément possible et à une vitesse angulaire d'environ 120 à 130 tours par minute.

Si la vitesse est trop faible, l'aiguille se déplace par saccades; au contraire, si la vitesse étant voisine de 120 tours par minute, on vient à l'augmenter notablement, on constate que l'aiguille, qui s'était primitivement arrêtée devant une certaine division, continue à s'écarter de plus en plus du zéro.

C'est l'indice d'une vitesse exagérée; des courants de Foucault se développent dans les tôles et dans l'aimant et les résultats se trouvent faussés.

Ces opérations donnent lieu à six lectures; $a\,a'$ pour le type A; $b\,b'$ pour le type B; $x\,x'$ pour le type X.

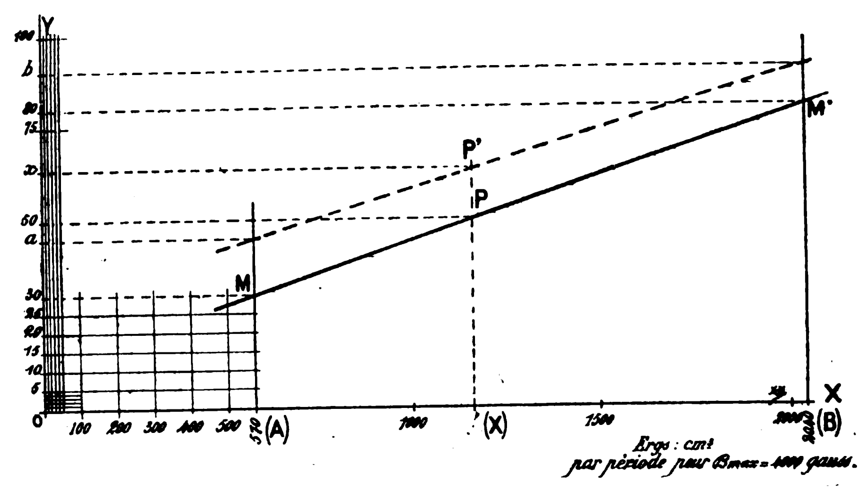


Fig. 18.

On fait les moyennes $\frac{a+a'}{2}$, $\frac{b+b'}{2}$, $\frac{x+x'}{2}$ et l'on a ainsi les données expérimentales nécessaires pour déterminer le coefficient η_x de l'échantillon X.

Lorsqu'on veut soumettre aux essais une série d'échantillons, il est inutile de recommencer chaque fois les essais avec les échantillons types.

Il suffit, en effet, de faire repasser les types A et B dans l'hystérésimètre après qu'on a essayé cinq ou six échantillons, afin de voir si les déviations respectives qu'ils donnaient au début des opérations conservent la même valeur; cette vérification est indispensable.

Il reste à déterminer le coefficient η_x, et pour cela on opère de la manière suivante :

On trace sur du papier quadrillé au millimètre deux axes OX, OY perpendiculaires (fig. 18).

L'axe OY représente les déviations moyennes de l'aiguille et est donc divisé en 100 parties égales.

L'axe OX représente, au contraire, les pertes en ergs par centimètre cube et est divisé en 2000 parties égales.

Pour fixer les idées, voici les données des types A et B livrés avec un hystérésimètre que nous avons employé. Ces données ont été déterminées par M. Ewing lui-même au moyen de la méthode balistique.

Type A. 570 ergs : cm³ et par période pour une induction maximum de 4000 gauss;

Type B. 2040 ergs : cm³ et par période pour la même induction maximum.

Dans un essai avec l'échantillon A, on a obtenu 30 divisions comme déviation moyenne $\left(\frac{a+a'}{2}\right)$. Avec l'échantillon B, on a eu 80 divisions dans

(1) Voir l'*Électricien*, tome XXI, 1901, 1er semestre, pages 146, 177, 209, 225, 244, 305 et 321.

les mêmes conditions. Enfin avec l'échantillon X la déviation a été de 50 divisions.

Par les points 30 et 80 de l'axe OY on trace des parallèles à l'axe OX.

Par les points 570 et 2040 de cet axe on élève des perpendiculaires et on joint par une droite les points M M' ainsi déterminés.

Par le point 50 de l'axe OY, on mène une parallèle à OX jusqu'à son point de rencontre P avec la droite M M'. La perpendiculaire abaissée du point P sur OX coupe cet axe à la division 1260. Ce chiffre indique la perte hystérétique en ergs par centimètre cube et par période correspondant à l'échantillon X pour une induction $\mathcal{B}_{max} = 4000$ gauss.

Le chiffre 1260 représente précisément le terme $\frac{W}{V}$ ou énergie volumique de la formule de Steinmetz

$$\eta = \frac{W}{V . \mathcal{B}^{1,6}_{max}}.$$

L'énergie volumique ou travail absorbé par unité de volume et par période à cause de l'hystérésis suffit pour calculer le coefficient η lorsqu'on connaît l'induction maximum $\mathcal{B}$.

Dans le cas actuel $\mathcal{B}_{max} = 4000$ gauss et par suite $\mathcal{B}^{1,6}_{max} = 580000$; on a donc pour valeur de η_X.

$$\eta_X = \frac{1260}{580000} = 0,00216.$$

On voit de même que les coefficients η des types A et B sont respectivement

$$\eta_A = \frac{570}{580000} = 0,000982$$

$$\eta_B = \frac{2040}{580000} = 0,00351.$$

Si l'on désire obtenir la valeur de l'énergie volumique pour des inductions $\mathcal{B}_{max}$ différentes de 4000 gauss, il suffit d'employer le tableau suivant, établi pour les inductions les plus usuelles.

INDUCTIONS MAXIMA	COEFFICIENT RELATIF D'HYSTÉRÉSIS
$\mathcal{B}_{max} = 2000$ gauss	0,33
$\mathcal{B}_{max} = 2500$ »	0,47
$\mathcal{B}_{max} = 3000$ »	0,63
$\mathcal{B}_{max} = 4000$ »	1,00
$\mathcal{B}_{max} = 5000$ »	1,41
$\mathcal{B}_{max} = 6000$ »	1,89
$\mathcal{B}_{max} = 7000$ »	2,41
$\mathcal{B}_{max} = 8000$ »	3,00

Ces coefficients relatifs sont calculés par les rapports tels que :

$$\frac{\mathcal{B}^{1,6}_{max}}{4000^{1,6}} = \frac{\mathcal{B}^{1,6}_{max}}{580000}.$$

L'énergie volumique ayant été trouvé égale à 1260 pour $\mathcal{B}_{max} = 4000$ dans notre exemple, on aura évidemment pour $\mathcal{B}_{max} = 6000$.

$$\frac{W}{V} = 1260 . 1,89 = 2380 \text{ ergs : cm}^3 \text{ et par période.}$$

Au lieu d'être exprimée en ergs par centimètre cube et par période, l'énergie volumique est souvent exprimée en watts par kilogramme et pour une fréquence de 100 périodes par seconde. On passe d'une donnée à l'autre en divisant la première par le coefficient 780 qui représente 100 fois la densité du fer.

Ainsi, par exemple, l'échantillon A qui, pour $\mathcal{B}_{max} = 4000$ gauss, cause une perte de 570 ergs par cm^3 et par période donne :

$$\frac{570}{780} = 0,730 \text{ watt par kilogramme,}$$

à la fréquence de 100 périodes par seconde et pour la même induction.

Si l'on voulait connaître cette perte pour une autre fréquence, 40 périodes par seconde par exemple, il suffirait évidemment de multiplier la valeur précédente par le rapport $\frac{40}{100}$.

L'on aurait alors :

$$0,730 . \frac{40}{100} = 0,292 \text{ watt par kilogramme.}$$

En nous reportant à la figure 18, il est facile de voir que les ordonnées menées par les points 570 et 2040 sont toujours les mêmes, quelle que soit la sensibilité de l'instrument.

Les abscises qui aboutissent en MM' changent seules et l'inclinaison de la droite MM' varie.

On peut profiter de cette observation pour tracer, une fois pour toutes, les ordonnées passant par les points 570 et 2040.

Lors des essais ultérieurs, on place une feuille de papier à calquer sur le tracé (fig. 18) et par les points *a*, *b*, *x* indiqués par l'hystérésimètre on mène des parallèles à OY jusqu'à leur rencontre avec les ordonnées AB. On trace la nouvelle droite qui détermine le point P'. S'il s'agit du même échantillon X, la perpendiculaire abaissée de P' doit tomber sur le point 1260.

On évite ainsi l'obligation] de recommencer à chaque fois une bonne partie du tracé de la figure.

L'hystérésimètre d'Ewing, ne servant qu'à comparer des échantillons au point de vue du couple exercé par la réaction du travail d'hystérésis, donne des indications indépendantes des variations du moment magnétique que peut subir son aimant avec le temps.

Avec cet instrument, l'échantillon est soumis à une induction alternativement positive et négative.

Il se trouve dans le cas du fer soumis à une induction périodique, comme celui des transformateurs. L'hystérésis mesurée de cette manière est appelée ***hystérésis alternative*** par opposition à ***l'hystérésis tournante*** à laquelle est soumise le fer d'un induit de machine à courant continu. C'est l'hystérésis tournante que mesure l'appareil que nous allons décrire ci-après.

Hystérésimètre de M. Blondel. — Cet instrument, que représente la figure 19, est construit par la maison J. Carpentier de Paris.

Il se compose d'un fort aimant en fer à cheval, mobile autour d'un axe vertical et actionné par une transmission par friction, visible au bas de la figure.

L'échantillon, formé d'anneaux de tôles, est placé, entre les pôles de l'aimant, sur un support mobile autour d'un axe vertical monté sur pointes.

Lorsqu'on fait tourner l'aimant, les anneaux de tôles tendent à être entraînés dans le sens du mouvement, mais un ressort spiral antagoniste s'oppose au déplacement et l'échantillon prend une position stable en bandant le ressort. Ce dernier est disposé dans un tube vertical rempli de valvoline qui sert à amortir les oscillations.

Le support des anneaux porte une index mobile devant les divisions égales d'un cercle gradué. Ce cercle peut tourner dans son plan afin qu'on puisse amener le zéro de la graduation en face de l'index lorsque l'aimant ne tourne pas.

Les anneaux de tôle ont un diamètre extérieur de 55 mm, leur diamètre intérieur étant de 38 mm. On en superpose suffisamment pour que l'épaisseur atteigne 4 mm.

Ces anneaux sont découpés à l'emporte-pièce, puis recuits et enfin montés sur l'arbre.

On fait tourner l'aimant à raison de 2 ou 3 tours par seconde et, quand l'index est immobile, on amène devant lui le zéro et la graduation.

On fait alors tourner l'aimant en sens contraire et on lit la division devant laquelle s'arrête l'index.

La rotation dans les deux sens est nécessaire ici comme lorsqu'on fait usage de l'hystérimètre d'Ewing.

Cette nécessité tient à ce que l'échantillon peut être aimanté d'avance; dans ce cas la position occupée par l'index lorsque l'aimant ne tourne pas ne constitue pas un zéro effectif.

Soit V le volume en cm^3 de l'échantillon ; w le

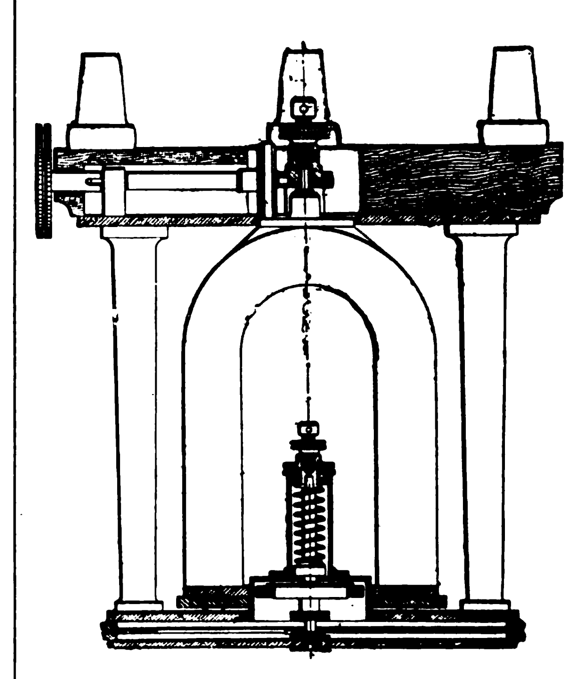


Fig. 19. — Hystérésimètre Blondel-Carpentier.

couple de torsion du ressort en ergs par radian ; θ la lecture faite sur le cercle gradué ; n le nombre de tours par seconde de l'aimant. On a pour valeur de la perte hystérétique :

$$nVW = n\pi w\theta$$

d'où l'on tire : $W = \frac{\pi w\theta}{V}$.

il suffit donc en pratique de multiplier la lecture θ par un facteur numérique constant et déterminé une fois pour toutes.

Les hystérésimètres qui viennent d'être décrits permettent d'obtenir des résultats exacts à 5 ou 6 pour 100 près.

Cette approximation est bien suffisante dans la pratique, le coefficient d'hystérésis variant

de plus de 5 pour 100 quand on considère des points, même assez rapprochés, d'un même morceau de tôle.

D'une façon générale le coefficient η est différent dans le sens du laminage et dans le sens perpendiculaire à ce laminage. Ce fait est à rapprocher de celui qu'on rencontre lorsqu'on fait subir des essais de résistance à la rupture à des éprouvettes découpées dans une même tôle suivant différentes orientations.

J.-A. Montpellier et M. Aliamet.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 mai 1901. — M. Poincaré présente une note de M. V. Crémieu *sur l'existence des courants ouverts*, dans laquelle l'auteur dit qu'il a montré précédemment que la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique, d'où il résulte qu'il doit exister des courants ouverts. Pour vérifier l'existence de ces courants, M. Crémieu a effectué une série d'expériences qu'il décrit dans sa note (1).

M. Marey présente une note de M. Georges Weiss ayant pour titre : *la loi de l'excitation électrique des nerfs* dans laquelle il démontre que cette loi peut se formuler de la manière suivante : Pour qu'une excitation électrique de durée t, portée sur un nerf, soit suffisante, il faut et il suffit qu'elle mette en jeu une quantité d'électricité donnée par la formule $Q = a + bt$, a et b étant deux coefficients dépendant du nerf et de la distance des électrodes (2).

Séance du 13 mai 1901. — M. Lippmann communique une note *sur un galvanomètre parfaitement astatique*. Cet instrument se compose essentiellement d'une bobine fixe parcourue par le courant à mesurer et d'une aiguille aimantée mobile suspendue de manière à pouvoir se déplacer *parallèlement à elle-même*. L'aiguille est portée par un fil de cocon qui lui permet de s'orienter dans le plan du méridien magnétique; ce fil de cocon est attaché à l'extrémité du fléau d'une petite balance de torsion constituée par un levier, porté lui-même par un fil. Un pôle de l'aiguille aimantée pénètre dans la bobine fixe; le courant agit donc, non pour dévier l'aiguille qui reste orientée vers le nord magnétique, mais pour la déplacer parallèlement à elle-même. Or, l'action de la terre ne tend pas à déplacer un aimant parallèlement à lui-même; il s'ensuit que la terre n'exerce aucune force antagoniste de celle produite par le courant; l'instrument est donc parfaitement astatique. Il est avantageux d'employer deux bobines agissant chacune sur un des pôles de l'aiguille. Pour installer le galvanomètre, il faut l'orienter de manière que l'axe des bobines soit dans le plan du méridien magnétique; l'aiguille aimantée est alors dirigée suivant cet axe. Il faut, en outre, que, aucun courant ne passant dans l'instrument, le levier de paille s'arrête dans la direction est-ouest; on satisfait à cette condition en faisant tourner un tambour auquel est fixé le fil de suspension du levier, afin de le détordre. Le galvanomètre est alors prêt à fonctionner. La sensibilité de l'instrument est très grande, car elle n'est limitée que par le petit couple naissant de la torsion des fils de cocon qui soutiennent l'équipage mobile. La sensibilité de ce galvanomètre tient d'abord à l'absence de toute force directrice due à la terre; en outre, on peut l'augmenter en employant une aiguille fortement aimantée et aussi grosse que le permet la résistance à la rupture du fil de suspension et, d'un autre côté, en allongeant le levier de paille. Le maniement de l'instrument paraît assez facile; l'amortissement propre est très considérable. L'auteur rappelle que A.-C. Becquerel a construit jadis une balance électromagnétique formée de deux aimants suspendus à une balance ordinaire et attirés par deux bobines. Le principe est le même que celui du galvanomètre qui vient d'être décrit, mais la substitution de la balance de torsion à la balance ordinaire augmente considérablement la sensibilité de l'instrument (1).

M. Barril soumet au jugement de l'Académie un mémoire ayant pour titre : Sécurité de la circulation des trains. Impulseur électrique (Renvoi à la section de mécanique).

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Henry Rowland, correspondant pour la section de physique, décédé à Baltimore, le 16 avril 1901.

M. Lippmann présente une note de M. H. Pellat *sur une expérience d'oscillation électrique* dont le résultat paraît paradoxal au premier abord, mais qui s'explique très facilement par les oscillations électriques. Deux condensateurs de capacité très inégale (une batterie de six grandes jarres et une petite bouteille de Leyde, par exemple) ont leurs armatures respectivement en communication par un inverseur qui permet d'alterner les communications; celui-ci est monté sur colonnes d'ébonite de façon à pouvoir opérer avec des potentiels élevés. Toutes les armatures des condensateurs, ou trois d'entre elles au moins, sont isolées. Deux tiges de décharge sont placées près du petit condensateur et permettent à l'étincelle d'éclater quand la différence de potentiel des armatures devient suffisante. Si l'on vient à charger les condensateurs de façon à leur donner la moitié seulement de la charge nécessaire à la production de l'étincelle, ou même un peu moins, et qu'on vienne ensuite à intervertir les communications des armatures en faisant jouer l'inverseur, l'étincelle éclate entre les tiges de décharge. Or, si l'étincelle n'éclatait pas, après l'inversion et l'état d'équilibre atteint, la différence de potentiel des armatures aurait diminué, puisque l'inversion fait communiquer l'armature positive de l'un des condensateurs avec l'armature négative de l'autre et *vice versa*. Malgré cela, la différence de potentiel

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 1108.
(2) *Ibid.*, p. 1143.

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 1161.



des armatures du petit condensateur a plus que doublé à un certain moment, par suite des oscillations électriques, puisque l'étincelle éclate. La théorie classique des oscillations électriques rend compte parfaitement de toutes les particularités du phénomène. On trouve, par le calcul, pour la différence de potentiel maximum V_m pendant l'oscillation, en désignant par V_o la différence de potentiel avant l'inversion et par C et c les capacités du grand et du petit condensateur, la relation très simple $V_m = V_o \frac{3\,C - c}{C + c}$. Cela montre que la différence de potentiel maximum entre les armatures du petit condensateur tend vers trois fois la différence de potentiel initiale quand le rapport des deux capacités tend vers zéro. M. Pellat a vérifié expérimentalement l'exactitude de cette relation. La connaissance de ce phénomène n'est pas sans intérêt pratique, car on voit que l'inversion des communications peut amener la rupture de l'isolant du petit condensateur ou produire des différences de potentiel dangereuses (1).

M. Lippmann présente une note de M. René Paillot intitulée : *Perméabilité des aciers au nickel dans des champs intenses*, dans laquelle l'auteur fait connaître les résultats qu'il a obtenus en employant pour la mesure de la perméabilité la méthode de l'*isthme*. Il résulte de ces essais que l'acier au nickel irréversible a une perméabilité qui augmente sensiblement dans des champs intenses, que les aciers réversibles ont une perméabilité pratiquement constante jusqu'à des valeurs de $\mathcal{H}$ allant jusqu'à 30 000 gauss et, enfin, que les aciers renfermant avec le nickel de petites quantités de chrome ou de manganèse ont une perméabilité qui diminue régulièrement lorsque le champ augmente (2).

M. Desbourdieu adresse un projet d'expériences relatives aux courants telluriques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 mai 1901. — Le Président annonce à la Société la mort de M. H.-A. Rowland, professeur à l'Université Johns Hopkins, membre honoraire de la Société, décédé à Baltimore à l'âge de cinquante-trois ans, et donne la parole à M. Guillaume pour rendre compte de ses travaux.

M. Guillaume rappelle les premières recherches exécutées par Rowland en 1872 et consacrées à la perméabilité du fer, complétées plus tard par des expériences analogues sur le nickel et le cobalt; on y trouve déjà d'éminentes qualités de chercheur et un esprit très ouvert aux conceptions nouvelles; Rowland y parle, en effet, déjà de la *perméabilité magnétique*, notion devenue classique depuis lors. Mais ce furent surtout les expériences sur la convection électrique qui attirèrent l'attention sur le jeune physicien. Helmholtz cherchait à vérifier les idées de Weber sur la nature du courant électrique, et avait engagé un de ses élèves, M. Schiller, à mesurer les effets électromagnétiques d'une charge en mouvement; mais le résultat avait été négatif; Rowland, alors en congé en Allemagne, vint lui présenter un plan d'expériences qu'Helmholtz agréa, et qui furent exécutées dans son laboratoire. On sait combien cette expérience, dont le résultat fut très net, contribua à affermir l'idée de l'analogie entre un courant électrique et un transport mécanique d'électricité, sur laquelle a été édifiée la théorie des ions, celle des rayons cathodiques, celle des corps radioactifs, etc.; si même les résultats obtenus récemment par M. Crémieu conduisent à la modifier ou même à l'abandonner, on ne pourra méconnaitre qu'elle aura été très fructueuse.

Les expériences exécutées par Rowland en collaboration avec M. Nichols sur les diélectriques avaient pour but de vérifier ses idées sur la cause des résidus, qu'il attribuait à l'orientation diverse des cristaux dans le champ. Il avait pensé trouver un appui de cette idée dans le fait que le verre donne des résidus importants, le quartz des résidus moindres, et qu'enfin le spath d'Islande n'en montre pas la moindre trace. Cette théorie a été un peu oubliée ou englobée dans la considération générale des déformations résiduelles, mais il faut reconnaitre qu'elle était fort séduisante.

Les travaux ultérieurs de Rowland furent consacrés surtout à des questions de métrologie, indépendantes de toute idée théorique. Sa détermination de l'équivalent mécanique est restée classique; c'est en déterminant directement l'équivalent à des températures diverses qu'il indiqua, pour la première fois, l'existence d'un minimum de la chaleur spécifique de l'eau. En corrigeant récemment les mesures de températures faites par Rowland par une comparaison de ses thermomètres avec des étalons étudiés au Bureau international, MM. Ames et Day ont pu réduire ses mesures à l'échelle normale. La valeur de l'équivalent ainsi corrigée présente une concordance remarquable avec celle que l'on déduit des procédés électriques; d'où l'on conclut que les unités sur lesquelles reposent ces diverses déterminations sont aujourd'hui bien connues dans leur ensemble.

En vue de la conférence des électriciens, de 1884, Rowland fit, en collaboration avec M. Kimball, une détermination de l'ohm qui donna un des résultats les plus voisins de la moyenne définitivement admise. Enfin, dans les dernières années de sa vie, il consacra les plus grands efforts à des travaux de spectroscopie, pour l'exécution desquels il commença par confectionner les réseaux de diffraction de beaucoup les plus beaux qui aient jamais été faits. Il construisit, dans ce but, une machine d'une grande perfection, étudia avec soin l'alliage des réseaux, se plaça dans les conditions de travail les plus favorables et dota finalement la physique d'un merveilleux outil. La plupart des travaux de spectrométrie de ces dernières année sont été effectués avec des réseaux Rowland. Si même aujourd'hui l'on arrive à des résultats plus sûrs par des interférences entre surfaces planes, au moins lorsqu'il s'agit de la mesure précise de raies fines, il ne faut pas oublier que le procédé du réseau permet d'aborder de tout autres problèmes; d'ailleurs, les

(1) *Comptes-rendus*, t. CXXXII, p. 1178.
(2) *Ibid.*, p. 1180.



repères déterminés par les méthodes de M. Michelson permettent de tarer les réseaux et d'augmenter ainsi la précision dans la détermination de leurs constantes.

Rowland fut le premier à employer ses réseaux et publia, en 1893, une table des longueurs d'onde des principales raies, table reproduite par M. Dufet, premier fascicule des *Données numériques*, publié sous les auspices de la Société et qui constitue un document de référence de premier ordre pour les spectroscopistes.

La première éducation de Rowland avait été celle d'un ingénieur et il avait transporté, dans ses travaux de physique, le sens pratique et la hardiesse d'exécution apprise de ses premières occupations. En moins de trente années d'un labeur acharné, il a abordé avec le même succès les problèmes les plus divers, les a résolus toujours par des méthodes élégantes et a été, en même temps qu'un physicien profond, un des plus parfaits métrologistes de notre époque.

M. H. Morize rappelle que, dans sa thèse, publiée en 1898 à Rio de Janeiro, et écrite en langue portugaise, il a décrit, mais non réalisé, une méthode pour la mesure de la vitesse des rayons de Rœntgen.

Un même flux de rayons X provoquerait successivement la décharge de deux micromètres chargés situés sur son parcours et séparés par une distance connue. On évaluerait au miroir tournant l'intervalle de temps séparant les deux étincelles et l'on en déduirait la vitesse des rayons actifs.

M. Morize propose aujourd'hui une autre méthode. Une fente fixe serait éclairée par une source de rayons X. Assez loin devant cette fente, un système de deux disques portés par un même axe horizontal peut être mis en rotation rapide. Ces disques sont munis de fentes qui, successivement, viennent se mettre deux par deux en ligne droite avec la fente fixe. Si le disque tourne très lentement, c'est dans cette position qu'un écran fluorescent placé derrière le dernier disque peut s'illuminer. Quand les disques tournent très vite, et si les rayons X se propagent avec une vitesse finie, l'illumination de l'écran doit se déplacer, dans le sens du mouvement, d'une quantité dont la mesure fera connaitre la vitesse des rayons X.

M. L. Benoist fait observer qu'il a établi et présenté à M. Lippmann, en mars 1898, en vue d'une réalisation ultérieure, un projet de mesure de la vitesse des rayons X, complètement étudié et fondé précisément sur la méthode et la disposition expérimentale que propose en dernier lieu M. Morize.

M. V. Crémieu informe la Société de physique qu'il croit avoir pu réaliser expérimentalement des courants ouverts.

L'existence de ces courants serait la conséquence directe des résultats obtenus par l'auteur sur la non-existence de l'effet magnétique de la convection électrique.

Le principe de l'expérience est le suivant :

Un disque d'ébonite a été doré suivant des secteurs radiaux isolés les uns des autres. Ces secteurs se chargent par influence en face d'un inducteur fixe en touchant un premier balai métallique; ils viennent ensuite se décharger sur un balai relié au premier par un fil conducteur.

On constate alors que la partie *convection* du circuit ainsi constitué ne produit aucun effet magnétique, tandis que la partie *conduction* en produit un très notable.

L'intensité mesurée des courants réalisés est de l'ordre de 10^{-4} ampère.

L'expérience est trop délicate pour pouvoir être reproduite en public; mais l'auteur, désireux de la soumettre aux critiques de toutes les personnes compétentes, se tient à leur disposition au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

Electrisation négative des rayons secondaires dérivés des rayons X, par MM. P. Curie et G. Sagnac. — Tandis que les rayons X ne se montrent pas électrisés, les rayons secondaires qu'excitent les rayons X en frappant le zinc, l'étain et surtout le platine ou le plomb nous ont fourni des flux d'électricité négative de l'ordre 10^{-10} ampère; les rayons secondaires de l'aluminium ne semblent pas électrisés, et l'on sait qu'ils ne diffèrent pas notablement des rayons X qui les excitent, tandis que les rayons secondaires du zinc, de l'étain et surtout du platine ou du plomb sont beaucoup plus absorbables que les rayons X générateurs dont ils sont une transformation (1).

L'émission électrique du plomb, par exemple, est aussi absorbable que l'émission cathodique produite par la décharge dans le vide et étudiée par P. Lenard. Aussi est-elle difficile à observer quand le métal rayonnant est entouré d'un diélectrique solide (paraffine). Nous l'avons étudiée surtout en plaçant une lame L du métal rayonnant (platine, par exemple) à quelques millimètres seulement des parois d'une boite métallique B dans laquelle nous raréfions l'air jusqu'au vide de Crookes $\left(\frac{1}{1000}\right.$ de millimètre de mercure), de manière à lui rendre suffisamment ses propriétés isolantes malgré l'action des rayons X et des rayons secondaires qui le traversent. Un tube focus placé à quelques centimètres seulement de la lame L lui envoyait des rayons X sur une surface d'environ 30 cm^2, à travers des fenêtres fermées par de l'aluminium. L'intérieur de la boite B était tapissé d'aluminium. La lame L (platine, par exemple), isolée des parois, communiquait avec l'aiguille d'un électromètre et avec un quartz piézo-électrique ; on pouvait ainsi mesurer le flux électrique des rayons secondaires par la méthode d'opposition de M. Curie. On compensait d'ailleurs l'effet dû à la force électromotrice entre le métal L et celui des parois de la boite B (platine-aluminium), par exemple), effet qui, dans le vide de Crookes, n'est plus que la centième partie

(1) Le professeur Dorn a constaté que les rayons secondaires du platine, du plomb renferment des rayons déviables par l'aimant et d'autres rayons non déviables; ceux-ci existent seuls dans le faisceau secondaire de l'aluminium. L'un de nous avait antérieurement émis l'hypothèse que les rayons secondaires issus de la transformation des rayons X pour les métaux tels que le platine, le plomb pouvaient bien renfermer des rayons déviables par l'aimant (G. Sagnac, *L'éclairage électrique* du 12 mars 1898 : *Rayons X, rayons secondaires et rayons Lenard*).



environ du courant étudié. Dans les conditions indiquées, le platine, perdant les charges négatives emportées par les rayons secondaires, se chargeait de la quantité complémentaire d'électricité positive. On renversait le phénomène et l'on recueillait l'électricité négative envoyée par les rayons secondaires en formant la lame intérieure L d'aluminium et plaçant une mince feuille de platine sur les fenêtres de la boite B.

L'existence de rayons secondaires électrisés formant un faisceau déviable mélangé à des rayons non déviables est en accord avec l'analogie des rayons secondaires et des rayons spontanés des corps radioactifs signalée par Mme Curie. Elle s'accorde aussi avec l'analogie des rayons X et des rayons ultraviolets : le professeur A. Righi et le professeur H. Lenard ont, en effet, montré que les rayons ultraviolets peuvent, en frappant des métaux électrisés ou non, provoquer une émission de rayons cathodiques particuliers.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Distribution de l'énergie électrique en Angleterre. — Les Commissions parlementaires sont actuellement occupées à examiner à Londres des propositions d'installations électriques très importantes. Les promoteurs de ces projets ont l'intention de distribuer l'énergie électrique dans de très grandes zônes au nord de l'Angleterre et espèrent obtenir à cet effet l'autorisation nécessaire comme l'ont obtenue] des entreprises semblables qui ont heureusement abouti l'année dernière. Les commissions ont déjà entendu bon nombre de rapporteurs : quelques-uns de ces rapports sont relatifs aux conditions locales des zônes intéressées; d'autres préconisent la distribution commode et à bon marché de l'énergie dans tous ces districts manufacturiers ce qui leur procurerait un immense avantage pour le service de leurs usines ainsi que pour celui des mines; d'autres rapports développent les raisons invoquées par les autorités municipales qui s'opposent aux dits projets; certaines municipalités donnent au contraire leur adhésion pleine et entière, faisant remarquer que si de grosses et puissantes Compagnies ne viennent pas fournir le courant électrique, ce ne seront pas elles qui pourront le faire et voter à cet effet des sommes de 8000 à 10 000 livres trop lourdes pour des corporations aussi peu importantes. Des rapports de ce caractère auront évidemment un grand effet sur les jugements des législateurs anglais; en tout cas ils ne pourront moins faire que d'étudier avec grande attention des projets semblables qui intéressent toutes les maisons de construction électrique, or actuellement elles ont besoin que le gouvernement leur offre tous les encouragements qu'il est en son pouvoir de leur donner afin de faire prospérer l'industrie dans toutes ses branches et de diminuer autant que possible le nombre des autorités locales qui s'opposent à ces progrès. Ces rapports auront également un retentissement énorme sur l'esprit de tous ceux qui possèdent des usines fonctionnant à la vapeur, sur tous les constructeurs quels qu'ils soient et qui n'ont pas pu se servir encore de la force motrice transmise par l'électricité faute d'entreprises et d'installations voisines. Depuis à peu près deux ans bon nombre de manufacturiers anglais ont transformé la commande de leurs machines-outils en adoptant les moteurs électriques et en abandonnant, pour leur plus grande économie, les antiques procédés; mais il est facile de comprendre qu'à l'heure actuelle la centième partie à peine de ces usines n'est pas encore transformée entièrement. Il a été souvent affirmé que beaucoup de constructeurs, anglais appartenant au monde industriel, n'avaient fait qu'imiter les étrangers et emprunté leur manière de procéder. On peut justifier d'une manière absolue cette déclaration. On annonce un jour par exemple que M. X ou Y de telle maison de construction bien connue a été faire un voyage à travers les Etats-Unis où il est allé examiner les procédés américains. Or, qu'annonce-t-on à son retour? C'est que les anciennes méthodes sont abandonnées et que la commande électrique est immédiatement adoptée. On n'a donc trouvé qu'à l'étranger l'enseignement et la méthode qu'il fallait adopter? Certainement ce déplacement était inutile et le constructeur en question aurait pu trouver près de ses concurrents ou rivaux anglais ce qu'il était allé chercher si loin; ceux-ci lui auraient donné des preuves complètes sur ce qui devait être fait et il aurait procédé de même.

Pendant ce prochain semestre, beaucoup de directeurs d'usines et d'ingénieurs anglais pourront se renseigner et s'instruire à l'Exposition de Glasgow qui vient de s'ouvrir ce mois-ci. Ils y trouveront une grande variété de machines-outils à commande électrique sans compter les autres nombreuses applications de l'énergie électrique. Nous n'entrerons pas ici dans des détails que nous comptons prochainement donner relativement à cette exposition, nous ajouterons seulement que les leçons et les exemples ne manqueront pas, à Glasgow, pour les ingénieurs désireux d'apprendre. On ne peut prétendre à ce que l'Exposition de Glasgow puisse se comparer à celle de Paris, mais elle montrera cependant ce qu'il y a de plus perfectionné comme machines et produits du Royaume-Uni.

L'entreprise de distribution Cleveland and Durham, qui est un des projets dont nous parlions plus haut, a l'intention d'alimenter une zône de plus de 2080 hectares et de desservir, dans le district de Cleveland, un grand nombre de mines et d'usines métallurgiques. C'est un pays fort riche, qui exige un total immense de force motrice pour divers travaux. L'installation comprendrait six ou sept stations génératrices de 40 000 ch chacune, et les dépenses s'élèveraient bien au-dessus de 1 million de livres. L'opinion de certains industriels et ingénieurs de cette région est digne de remarque et présente un grand intérêt. M. Storr, de la Compagnie Bolckow et Vaughan, la plus grande compagnie de charbon et de fer de la Grande-Bretagne, déclare qu'une installation semblable procurerait d'énormes bénéfices à la maison. Avant la décision définitive, la Compagnie susdite avait commencé à bâtir une station génératrice destinée à alimenter

une certaine partie de leurs hauts fourneaux; mais dans d'autres endroits, leurs ateliers manquent de force motrice, et le projet en question peut seul leur en procurer. Sir T. Wrightson déclare que sa maison emploie 1000 ouvriers et qu'elle souffre de la concurrence étrangère par suite de l'absence d'une distribution d'énergie à bon marché. La Compagnie Steel and Iron, de Durham, qui emploie 5000 hommes, a voulu s'entendre, il y a deux ans, avec les autorités municipales de Stockton, qui possèdent l'éclairage électrique, pour voir si elles ne pourraient pas lui fournir de 800 à 1000 ch; mais la Corporation ne pouvait guère que distribuer 200 ch, et les conditions étaient telles que la Compagnie avait décidé de construire une station génératrice spéciale. Ces avis seront probablement cités officiellement, afin de démontrer l'impossibilité où se trouvent les municipalités de répondre aux demandes de distribution. MM. Pease et Partners, qui emploient 7887 ch-vapeur, disent qu'ils seraient fort heureux d'adopter l'énergie électrique.

L'entreprise Caledonian Electric Power se propose de distribuer l'énergie dans une zône de près de 3000 hectares, dans la vallée de la Clyde; elle aurait sept stations génératrices de chacune 40 000 ch pour commencer, et le capital engagé serait de 1 300 000 livres. Elle alimenterait des districts miniers et manufacturiers fort importants pour lesquels l'électricité serait un bienfait; de même, dans ce même district, elle concourrait à l'établissement d'usines d'électro-chimie.

Lord Kelvin est favorable à ce projet.

Une autre entreprise rivale de la précédente, et par suite fort semblable, s'est formée sous le nom de *Clyde Walley Electric Power.*

***

Les tramways électriques en Angleterre. — Une question qui excite une attention considérable dans le monde des tramways, actuellement, est relative aux modifications qui vont s'effectuer dans les conditions difficiles où se trouvent les promoteurs des nouveaux tramways électriques et trains légers. Dans l'année 1896, le gouvernement approuva des règlements concernant les trains légers, dans le but de supprimer les obstacles préliminaires et d'abréger, en outre, les délais et les pertes de temps et d'argent nécessitées par les autorisations à obtenir des commissions parlementaires. Cette mesure ne devait cependant avoir force de loi que pendant une période déterminée, et cette période expire actuellement. Il en est résulté qu'afin de surmonter les difficultés croissantes, on s'est réuni et coalisé afin de prendre les mesures nécessaires pour répondre aux exigences du moment et fournir au public, dans le plus bref délai possible, des communications urbaines rapides qui sont actuellement absolument indispensables. Les désirs croissants que montrent les municipalités d'avoir à elles un réseau de tramways les ont engagées à exercer leur opposition autant que la loi le leur permet, et à empêcher des sociétés privées ou industrielles de construire des lignes.

Cette manière de faire a été adoptée dans beaucoup de districts, et lorsque l'enquête y pénètre, on s'aperçoit que lesdites municipalités sont trop pauvres ou trop peu importantes pour pouvoir jamais installer elles-mêmes des tramways. Quelques villes sont intransigeantes avec l'idée toute simple de faire payer aux promoteurs et aux concessionnaires une somme plus forte comme droit de passage. Cet état de choses a été souvent poussé à l'extrême, et les conditions sont devenues tellement onéreuses que les prix de simple étude pour une nouvelle ligne sont un facteur très important dans l'installation. Quand on pense à l'immense avantage que l'ensemble des habitants doit retirer d'un réseau de tramways électriques circulant dans toutes les directions, il semble peu raisonnable de constater que les promoteurs doivent être rançonnés et qu'ils doivent payer de fortes sommes pour avoir une concession. Nous ne pouvons entrer ici dans tous les détails des griefs énumérés, mais il est permis d'espérer que l'on prolongera pour une nouvelle période les règlements des tramways prochainement abrogés, afin de pouvoir procéder à l'extension complète et rapide de la traction électrique en Angleterre. Nous n'entendons pas vouloir déprécier ici les entreprises importantes de tramways qui ont été menées à bien par de nombreuses municipalités anglaises; nous ne sommes pas du nombre de ceux qui disent que ces entreprises ont arrêté tout progrès réel et efficace. Il faudrait, pour cela, condamner les corporations de villes comme Liverpool, Bolton, Sheffield, Leeds, Glasgow et tant d'autres, qui aujourd'hui exploitent d'excellents réseaux de tramways à trolley. Ces installations sont établies sur des bases solides, procurent des avantages sérieux au public par leur service rapide et fréquent, et augmentent la longueur de leurs voies presque aussi rapidement que les constructeurs leur fournissent le matériel nécessaire. Dans tous ces exemples, les municipalités concourent aux progrès de l'industrie électrique. Les intransigeants déclarent que si ces entreprises avaient été entre les mains de sociétés privées, elles auraient mieux réussi et auraient été plus nombreuses. A notre avis, c'est là un argument qu'il est bien difficile de prouver.

***

Nouvelles usines d'électricité en Angleterre. — Les journaux d'électricité de Londres ont récemment soulevé une discussion relativement à la question de savoir quelle était la région de l'Angleterre la plus favorable à l'établissement de nouvelles usines d'électricité. Etant donné que de nouvelles maisons veulent s'établir ici et que, maintenant, les usines sont relativement nombreuses dans chaque district, la question présente quelque intérêt, particulièrement pour les maisons du continent qui ont récemment tourné les yeux vers l'Angleterre pour y établir des succursales. Trafford Park, dans le district de Manchester, semble être l'endroit favori d'un certain nombre de nouvelles compagnies. C'est là que la Compagnie anglaise Westinghouse a édifié ses immenses ateliers où elle peut employer 5000 ouvriers. Quand ces ateliers et certains autres seront terminés, ce lieu deviendra un centre important d'industrie électrique éclipsant tout ce qui a jamais été fait dans le Royaume-Uni. Mais il existe d'autres districts manufacturiers qui, également, peuvent obtenir la préférence.

***

L'éclairage électrique en Angleterre. — Il y a peu de temps, le Board of Trade a procédé à une longue enquête au sujet des autorisations à accorder aux compagnies pour la transformation de leur distribution d'éclairage aux abonnés de basse à haute tension. Alors que la majorité des consommateurs consentait avec joie à cette modification, deux ou trois récalcitrants refusaient obstinément la permission et arrêtaient tout. Le Board vient de publier sa décision; si le consommateur refuse son consentement après que la Compagnie lui a offert de se soumettre aux règlements et qu'elle a également offert de le dédommager raisonnablement des frais occasionnés par le changement, y compris une indemnité pour pertes et ennuis en résultant, la question sera portée devant le Board of Trade, qui dispensera de tout consentement si les circonstances sont bien déterminées; ou alors le Board nommera un arbitre pour décider en dernier ressort. Cette réglementation place les sociétés d'éclairage dans une position plus rationnelle que celle qu'elles occupaient, puisqu'alors un seul abonné pouvait leur faire échec.

***

Les procès d'électricité en Angleterre. — En examinant la liste des affaires litigieuses portées devant les tribunaux tout récemment, on peut se convaincre que la fraternité électrique est un mythe, car les sociétés d'électricité y figurent pour une très large part. L'un de ces procès est intenté par la Compagnie Metropolitan Electric Supply de Londres contre un de ses abonnés qui, après avoir signé un engagement pour cinq ans, change d'avis, parce que la distribution est inefficace, quelquefois nulle, d'autres fois, détériorent tout le matériel. Il se considère comme ayant droit de changer de fournisseurs et de s'r resser à une compagnie rivale. Ce point est très important pour les sociétés de distribution; la décision a été éventuellement favorable à la Compagnie, et l'abonné en question n'a pas obtenu la permission de s'adresser à une autre société, mais il est forcé de finir son bail de cinq ans. On a dit au cours du procès que l'abonné était soudoyé par la compagnie rivale.

Un autre cas est celui qui a été soulevé par le Conseil du Comté de Londres contre la même compagnie. Le Conseil, devant percer une nouvelle rue de Holborn au Strand, se décida à acheter la station de la Compagnie, rue Sardinia, et s'engagea à installer en un autre point un matériel générateur capable de fournir 40 000 kw. La Compagnie considère que cet engagement suppose que le Conseil doit fournir en outre le matériel de réserve nécessaire pour suppléer à un groupe électrogène arrêté pour cause de réparation. L'affaire occupa la Cour pendant deux jours et plusieurs experts techniques furent entendus pour et contre, après quoi, le jugement fut rendu en faveur du Conseil, considérant qu'il doit fournir seulement le matériel capable d'engendrer 40 000 kw dans son ensemble et non d'assurer toujours et malgré tout une production de 40 000 kw.

Parmi les autres procès de moindre importance, nous ne ferons que mentionner ici celui de MM. Atkins et Applegarth contre la Compagnie Castner Kellner Alcali; affaire qui intéresse les électrochimistes. Les plaignants attaquent ladite Compagnie pour violation du brevet 20 768, datant du 19 décembre 1890, réclame des dommages-intérêts et la propriété des appareils, machines et accessoires indûment employés. La Compagnie nie qu'il y ait eu violation de brevet et produit de nombreuses preuves de la non-validité de ce brevet. Les débats durent déjà depuis une semaine et les plus éminents experts y ont comparu. Le jugement ne sera guère rendu avant un mois, car l'audition des témoins réclamera encore une quinzaine de jours.

***

Mesures de la perméabilité du fer et de l'acier. — Un nouvel instrument simple et économique pour mesurer la perméabilité du fer et de l'acier vient d'être décrit par MM. Lamb et Miles Walker devant l'Institution des Ingénieurs-électriciens. Ils ont essayé de construire un instrument qui soit extrêmement simple comme usage, robuste et dont l'exactitude ne subisse pas d'altération avec le temps. Le principe adopté est basé sur la comparaison de la réluctance d'un intervalle d'air avec celle de l'échantillon à essayer en modifiant la longueur dudit intervalle. Comme la réluctance d'un intervalle d'air de dimensions données est invariable, l'exactitude de la mesure dépend seulement de l'exactitude avec laquelle la dimension de l'intervalle d'air peut être mesurée et de la délicatesse du point de comparaison. Les auteurs décrivent alors leur instrument qui remplit ces deux conditions. Pour mesurer, par exemple, une barre de 0,178 m de long sur 9,5 mm de diamètre, une extrémité est assujettie dans un trou pratiqué dans un bloc de fer et serré au moyen d'une vis. Entourant cet échantillon, se trouve une bobine magnétisante et dans un enfoncement pratiqué sur le bloc se trouve une autre bobine magnétisante enroulée sur un espace d'air réglable. L'autre extrémité est fixée à une pièce d'arrêt par deux vis. L'opérateur fait graduellement varier la longueur de l'intervalle d'air au moyen d'une manivelle faisant fonctionner une vis sans fin; le nombre de tours et de fractions de tours sont lus sur une échelle graduée. Les bobines sont enroulées d'un même nombre de tours de sorte que les forces magnétomotrices sur l'intervalle et l'échantillon agissent dans la même direction.

***

Compteurs d'énergie électrique. — M. Frank Holden a décrit devant la même institution un nouveau compteur d'énergie; un examen qu'il a fait de presque tous les compteurs de ce modèle montre que les indicateurs de l'angle proportionnel aux watts ne sont pas suffisamment exacts et il a cherché à remédier à ce défaut. Après avoir parlé du compteur Fragér qu'il considère comme un des plus intelligemment conçus, il passe alors à la description de son instrument qui n'est d'ailleurs qu'une forme très peu modifiée du modèle qui été décrit dans l'*Electricien* (nº du 11 août 1900).

BIBLIOGRAPHIE

Traité théorique et pratique d'électro-métallurgie. *Galvanoplastie. Analyses électrolytiques. Electrométallurgie par voie humide. Chauffage électrique. Travail électrique des métaux. Electrométallurgie par voie sèche. Electrothermie. L'électrochimie en 1900*, par Adolphe Minet. Un vol. gr. in-8° de VI-596 p. avec 205 figures. Prix : 20 fr. (Paris, Ch. Béranger, éditeurs.)

Nous avons publié dernièrement un compte-rendu bibliographique du *Traité théorique et pratique d'électrochimie* du même auteur (1), et nous disions qu'un second volume paraitrait ultérieurement et qu'il serait consacré spécialement à l'électrométallurgie. C'est ce volume que nous présentons à nos lecteurs.

Il est divisé en deux parties : l'électrométallurgie par voie humide et l'électrométallurgie par voie sèche.

La première partie comprend trois chapitres, dans lesquels sont successivement traités la galvanoplastie, les analyses électrolytiques et l'électrométallurgie par les méthodes électrolytiques employant la voie humide.

Sous le titre général de galvanoplastie, on trouve dans le premier chapitre tout ce qui est relatif à la métallisation ou dépôt galvanique de cuivre, de bronze, de nickel, d'argent, d'or, etc.; à la coloration et ornementation par voie de dépôt galvanique, et enfin à la galvanoplastie proprement dite et à l'électrogravure.

Le chapitre II, *Analyses électrolytiques*, contient des considérations générales et un exposé sommaire des différentes méthodes d'analyse chimique par électrolyse, méthodes qui, par leur précision, tendent à s'introduire de plus en plus dans les laboratoires.

Dans le chapitre III sont successivement décrits les divers procédés électrolytiques utilisés dans l'électrométallurgie par voie humide de l'étain, de l'antimoine, de l'or, du cuivre, du plomb, de l'argent, du bismuth, du cadmium, du mercure, du nickel, du cobalt, du zinc, etc.

La seconde partie, de beaucoup la plus importante, est consacrée à l'électrométallurgie par voie sèche, et comprend huit chapitres traitant successivement du calcul des conducteurs, du chauffage électrique, de l'arc voltaïque et des charbons électriques, du travail électrique des métaux, des fours électriques, de l'électrométallurgie par les méthodes électrolytiques de la voie sèche et par les méthodes électrothermiques.

L'ouvrage se termine par un appendice dans lequel sont reproduits les principaux mémoires et études, tant théoriques que pratiques, relatifs à l'électrométallurgie et publiés dans ces dernières années, et par une étude montrant le développement actuel des industries électrochimiques et électrométallurgiques en France et à l'étranger.

Le traité de M. Minet présente un grand intérêt par suite des nombreux documents qu'il a rassemblés et constitue une étude d'ensemble très complète sur ces nouvelles industries.

J. A. M.

(1) L'*Electricien*, n° 530, 23 février 1901, p. 126.

Étude économique d'un transport d'énergie à grande distance, par E. Dusaugey, avec une préface de M. J. Pionchon. Un vol. in-8° de 50 pages avec figures. (Grenoble, A. Gratier et Cᵉ, éditeurs.)

Ce petit ouvrage est le premier d'une série d'études qui, sous le titre : « Au pays de la houille blanche. Etudes électrotechniques », sera consacrée aux actualités industrielles et électriques de la région dauphinoise.

L'objet de cette étude est l'examen, au point de vue économique, de la question du transport électrique d'une puissance de valeur notable empruntée à un cours d'eau de montagne, avec application spéciale à la ville de Grenoble. Cette étude, parfaitement traitée, peut servir de modèle et de guide à tous ceux qui auraient à entreprendre des installations analogues.

Nouveau Dictionnaire général des sciences et de leurs applications, par MM. J. Poiré, professeur honoraire au lycée Condorcet; Ed. Perrier, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'histoire naturelle; R. Perrier et A. Joannis, chargés de cours à la Faculté des sciences de Paris. Deux vol. gr. in 4°, 3000 p., 4000 gravures, paraissant en 48 livraisons, une livraison par semaine. Prix : 1 fr. Prix de souscription à l'ouvrage complet : 40 fr, payables en trois termes. (Librairie Ch. Delagrave, Paris, 15, rue Soufflot.)

La vingtième livraison, qui vient de paraître, expose les différentes méthodes de la métallurgie du fer, les procédés d'affinage de la fonte, l'application du fer à la thérapeutique et aussi à l'industrie sous forme de fer battu, de fer-blanc, fer galvanisé, la ferrure des animaux de trait, la fonderie et le moûlage.

On y trouve un article de biologie et de physiologie très intéressant sur les fermentations et les ferments solubles et, en *médecine*, tout ce qu'il est indispensable de connaître sur les différentes fièvres, leurs variétés, leur diagnostic, leur traitement, les maladies du foie, la folie.

La technologie est représentée par un article de longue haleine sur la filature, accompagné de nombreuses figures qui expliquent le mécanisme du tissage et du moulinage de la soie, le macquage, le teillage, le peignage, l'étalage du lin.

La filature du coton, et celle de la laine, est aussi exposée dans tous ses détails. Tous ceux qui s'occupent de la fabrication des tissus seront heureux de rencontrer, condensés en quelques pages, les procédés les plus nouveaux de préparation des matières premières.

Les pêcheurs et les jeunes gens qui aiment à faire du filet trouveront dans ce fascicule, avec

figures à l'appui, la manière de le fabriquer (filet au pouce, au petit doigt).

Nous citerons encore : en *botanique*, les articles Feuille, Figuier, Fleur; en *chimie*, la filtration, dans les laboratoires et dans l'industrie, les flammes, etc.

CHRONIQUE

L'éclairage électrique de Solo (Java.)

L'*Elektrotechniche Zeitschrift* de Berlin nous apprend que, dans le cours du mois de mars dernier, l'*Allgemeine Elektricitæts Gesellschaft* a fondé à Solo (Java), au capital de 225 000 florins, une entreprise d'électricité dite *Electriciteits Maatschappy*. Cette entreprise est destinée non seulement à éclairer électriquement les rues de Solo, mais encore à fournir aux particuliers le courant pour l'éclairage et la force motrice. Le palais de l'Empereur sera desservi par l'usine électrique projetée, ainsi que les demeures des princes javanais. On utilisera un courant à 3000 volts transformé dans les sous-stations à 110 volts. La canalisation sera aérienne. L'usine centrale doit commencer à fonctionner en janvier 1902. — G.

Chauffage électrique de l'eau.

Un Américain, dont notre confrère de New-York, *Electricity*, ne nous dit pas le nom, vient de faire breveter un dispositif assez ingénieux pour chauffer l'eau des canalisations dans les maisons particulières ou dans les hôtels. Les tuyaux de ces canalisations sont entourés de place en place par des groupes de bobines de fil, et le tout est enveloppé dans un revêtement de ciment. A l'aide de commutateurs, on envoie le courant de distribution dans telle ou telle section des bobines de résistance, et l'eau avoisinante s'échauffe rapidement. Bien entendu, on peut imaginer une foule de différents dispositifs, basés sur ce même principe : chauffer un réservoir et fournir une circulation d'eau chaude, on provoque seulement l'échauffement sur une section seulement de cette circulation. Dans un hôtel, par exemple, à l'aide d'un commutateur déposé à côté de celui de l'éclairage, ou combiné avec lui, un voyageur peut, au moment voulu, se procurer de l'eau chauffée au degré désiré sans pour cela être obligé de mobiliser le personnel domestique et s'attendre quelquefois longtemps avant d'être servi. — D.

Canalisations électriques en aluminium.

L'Allgemeine Electricitæts Gesselschaft de Berlin vient d'établir tout près de Naples, dans la vallée de Pompéi, une installation de transmission électrique d'énergie dont tous les conducteurs sont exclusivement en aluminium. Cette installation comprend trois turbines horizontales de 150 chx marchant à 190 tours par minute. Ces turbines actionnent chacune, au moyen de courroies, un alternateur triphasé de 100 kw à la tension de 3600 volts avec 50 périodes par seconde à la vitesse angulaire de 600 tours par minute. Le courant, à la tension de 3600 volts, est amené par trois lignes en aluminium, à Pompéi, Sarno et Torre Annunziata. La première de ces lignes, d'une longueur d'environ 3 km, aboutit à une sous-station comportant deux transformateurs triphasés, chacun de 45 kw. A partir de cette station secondaire, le courant alimente 12 lampes à arc et 1000 lampes à incandescence, ainsi qu'une pompe et 10 moteurs triphasés installés dans une imprimerie. La tension de distribution est de 200 volts.

La deuxième ligne, qui se rend à Sarno, a un développement de 15 km; elle amène le courant à un moteur triphasé fonctionnant à 3500 volts et actionnant une dynamo à courant continu de 36 kw. Cette dernière alimente le réseau de distribution à trois fils, sous une tension de 240 volts. — Enfin la ligne de Torre Annunziata présente une longueur de 3,5 km seulement. Son courant ne sert qu'à la production de l'énergie : 100 chx environ sont affectés à des moteurs installés surtout dans des fabriques de macaroni. — On songe actuellement à construire une quatrième ligne qui desservira Castellamare. — G.

L'électricité dans l'imprimerie.

L'électricité semble devoir provoquer une révolution complète dans l'imprimerie. En effet, un photographe anglais, M. Greene, vient de déclarer la guerre non pas aux presses et aux caractères, mais bien à l'encre d'impression qu'il entend rendre absolument superflue et au papier qu'il veut transformer. Son invention principale consiste en un papier « électrographique » dont la composition, par suite d'une composition encore tenue secrète, diffère de celle du papier ordinaire. Le nouveau papier, qui se décompose facilement sous l'action du courant électrique, ne reviendra pas, assure-t-on, à un prix plus élevé que le papier ordinaire; en outre, il n'aura pas besoin de recevoir le glaçage aujourd'hui nécessaire pour fixer l'encre. M. Green prétend supprimer non seulement cette dernière, mais encore les cylindres ou les plaques que l'on emploie actuellement. Il relie le cylindre de la presse rotative ou la forme de la presse ordinaire au pôle positif d'une dynamo ou d'une batterie d'accumulateurs, en même temps qu'il fait communiquer le pôle négatif avec le cylindre ou la plateforme qui porte le papier. Le circuit se trouve ainsi fermé, et cela au travers du papier et seulement aux endroits où les deux surfaces métalliques entrent en contact. Le papier électrique éprouve, par suite, une décomposition qui le noircit aux points où il touche les caractères d'impression en saillie. Cette transformation du papier et le changement de couleur qui en résulte, constituent un phénomène chimique bien connu, occasionné par l'électrolyse. Ce système d'impression serait des plus économiques. On assure que des essais, déjà pratiqués en Amérique, ont donné des résultats remarquables. — G.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

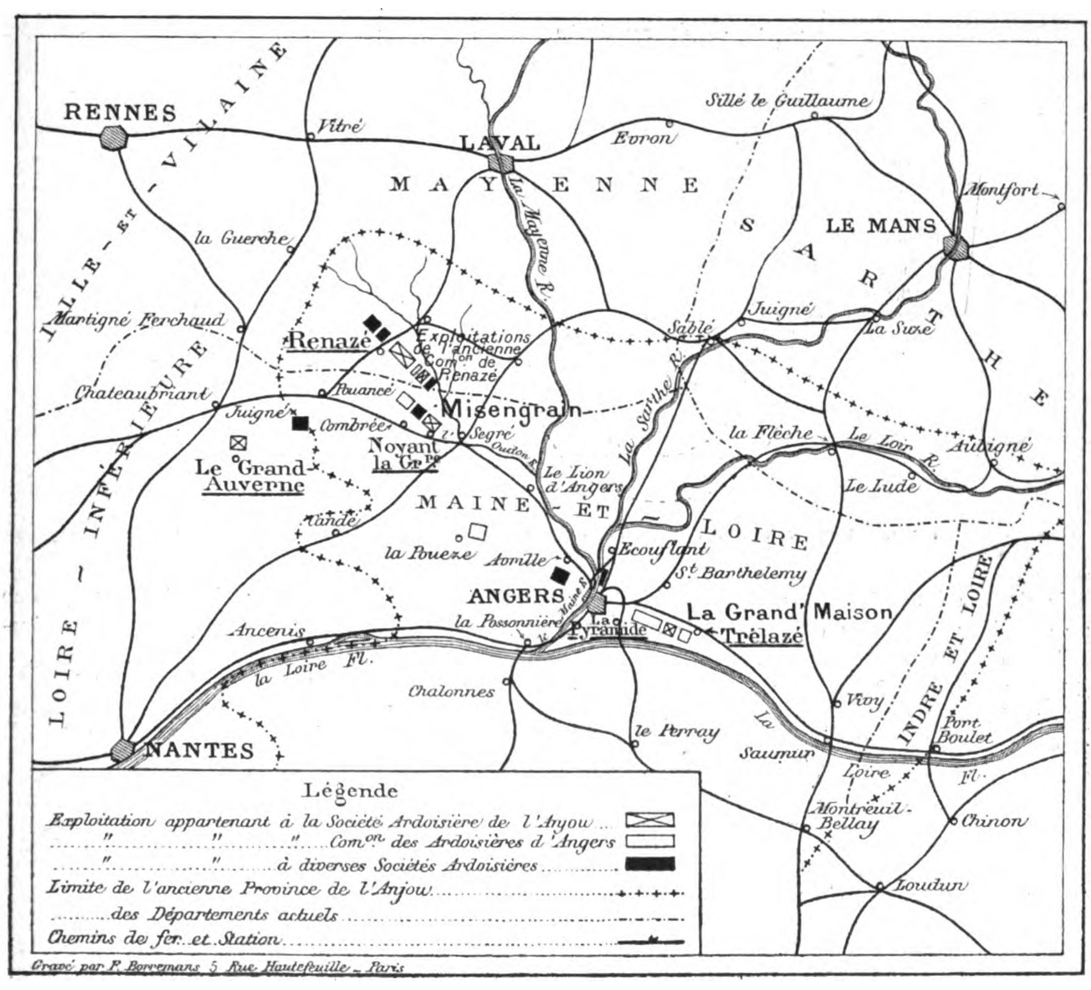
Paris. — L. De Soye et Fils, Impr., 18, R. des Fossés-S.-Jacques.

TRANSPORT ÉLECTRIQUE D'ÉNERGIE

DE LA SOCIÉTÉ ARDOISIÈRE DE L'ANJOU

L'industrie ardoisière, après avoir végété longtemps, occupe aujourd'hui dans notre production nationale une place importante ; on a pu s'en rendre compte à l'Exposition de 1900. L'activité, révélée dans ces dernières années, est due à la transformation complète des procédés d'exploitation. Avant d'entrer dans le détail de ceux-ci, il est nécessaire, pour mieux les faire ressortir, d'exposer brièvement la situation dans laquelle se présentent les gisements, en particulier, dans le bassin de l'Anjou, dont nous allons nous occuper.

Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter à l'excellente notice publiée par la Société ardoisière de l'Anjou, à l'occasion de l'Exposition de 1900,



Carte de la région ardoisière de l'Anjou.

les renseignements particuliers qui concernent la partie exploitation. En faisant précéder la description de l'installation électrique d'une revue rapide des procédés d'extraction, on saisira certainement mieux l'importance du rôle que l'électricité est appelée à jouer ici, et le lecteur ne pourra que tirer un utile profit des documents techniques que les ingénieurs de la Société ardoisière de l'Anjou ont mis avec tant d'obligeance à notre disposition ; nous leur en adressons ici même tous nos remerciements.

Caractères géologiques de l'exploitation. — Les vastes dépôts de schistes ardoisiers qui couvrent une partie de l'Anjon, du Maine et de la Bretagne appartiennent à une même formation géologique silurienne ; les bancs suivent l'allure fortement vallonnée qui caractérise ces riantes plaines.

Là où les schistes ont été redressés, ils présentent une certaine *fissilité*.

On appelle ainsi la propriété suivant laquelle le schiste peut se diviser en plaques minces d'après la stratification. Il est généralement admis que la fissilité résulte d'une sorte de laminage de la roche lors de son redressement.

Les *veines* exploitables sont constituées par les

zônes particulièrement fissiles et aptes à la fabrication des ardoises minces. Dans la région qui nous occupe en ce moment, on rencontre plusieurs bandes parallèles, orientées du sud-est au nord-ouest et dont les principales sont, en allant du sud au nord (voir la carte générale, ci-contre) :

1° La bande Angers-Trélazé, qui se poursuit jusque dans la Loire-Inférieure ;

2° Celle de Noyant-la-Gravoyère et de Combrée;

3° Celle de Renazé.

Les couches exploitables s'y présentent d'une façon analogue, dans des parties voisines de la verticale, dont la figure 1 donne une idée et c'est par une gradation insensible qu'on passe du schiste fissile à la roche non exploitable.

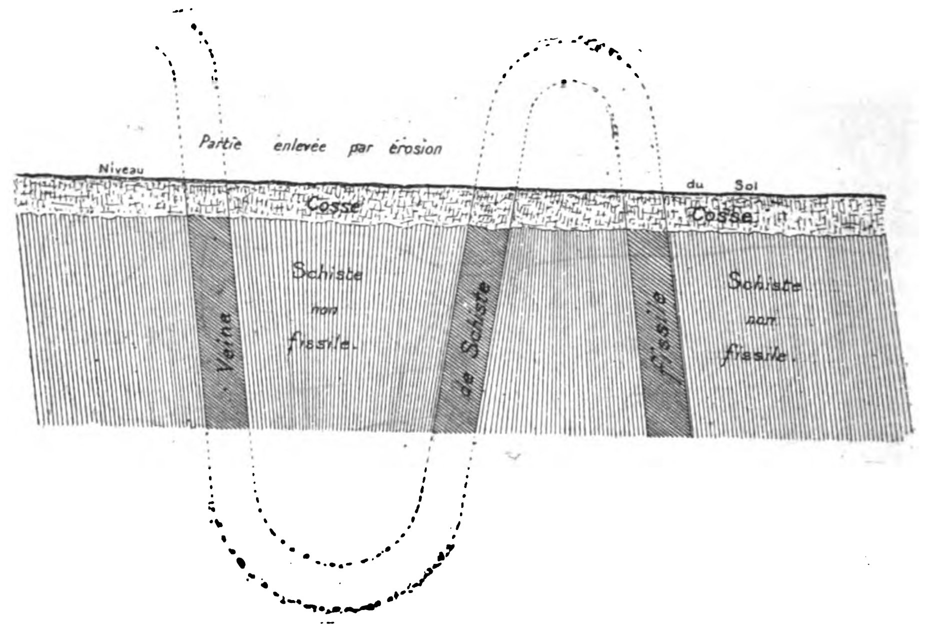


Fig. 1. — Coupe verticale nord-sud d'une veine ardoisière dans le terrain silurien de l'Anjou.

Modes d'extraction. — Le caractère particulier des bassins d'exploitation a longtemps entravé, on peut le dire, l'adoption de procédés perfectionnés. Rien n'était plus simple, en effet, et ne nécessitait moins de frais de premier établissement qu'une exploitation en *carrière à ciel ouvert*. Aussi, depuis longtemps (les carrières de Renazé remontent au quinzième siècle et d'autres au douzième siècle), la petite industrie contribuait seule à la production des ardoises et il semblait inutile de rechercher des moyens plus compliqués. Les figures 2, 3 et 4 montrent suffisamment cette méthode d'exploitation avec « fond à ciel ouvert, exploité en descendant »; c'est la plus connue quoique n'existant plus guère qu'à l'état de souvenir.

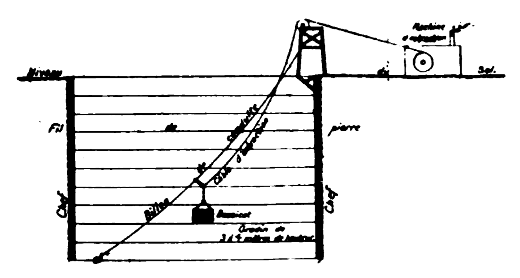


Fig. 2. — Coupe verticale d'un découvert suivant la direction du fil de pierre.

Ici un chevalement en porte à faux est installé sur un « chef » (ou paroi verticale coupant le fil de pierre) et on y amarre un câble ou *billon de conduite* sur lequel on hâle le *bassicot* ou véhicule d'extraction contenant les morceaux de schiste de moyenne grosseur.

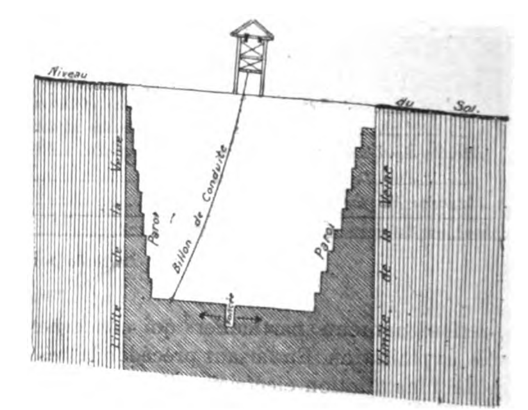


Fig. 3. — Coupe verticale d'un découvert normalement au fil de pierre.

Les grands blocs sont débités au fond, au préalable, à l'aide de coins; les fragments sont remontés directement attachés au câble,

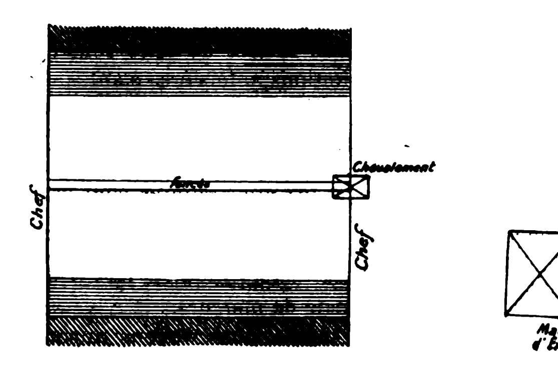
L'insécurité du procédé s'aperçoit par le simple examen des figures : les cassures du schiste, les mouvements de terrains produisent des éboulements susceptibles d'anéantir les travaux et d'engloutir matériel et exploitants.

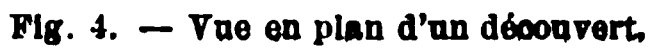
Au point de vue économique, un des inconvénients de la méthode est d'exiger le remontage total des produits d'abatage, utilisables comme inutilisables.

Le procédé que représente la figure 5, n'est qu'une modification du précédent. Il permet d'éviter les frais occasionnés par la *découverture* nécessaire pour atteindre la bonne pierre. L'exploitation est encore faite en descendant, mais sous une voûte formée par le schiste. Grâce à la solidité de celui-ci, on peut obtenir ainsi des excavations dont les dimensions en surface peuvent atteindre 2000 à 2500 m². Ce procédé est dit avec « fond en descendant sous voûte ».

Un puits unique sert au remontage des ouvriers et des produits d'abatage qui doivent encore, dans ce cas, être intégralement amenés au jour.

La sécurité n'est pas plus grande que dans le premier cas et en particulier la voûte exige une surveillance minutieuse.




Fig. 4. — Vue en plan d'un découvert.

Dans les exploitations de ce genre, l'électricité commence à jouer un rôle pour l'éclairage des excavations. L'emploi de lampes à arc de 20 à 30 ampères, en facilitant la surveillance de la voûte, a contribué puissamment à rendre un peu de sécurité à ces procédés avec lesquels l'existence des individus comme celle des exploitations étaient trop souvent à la merci de catastrophes épouvantables.

Notons en passant que chaque chantier exige encore une installation de surface complète : chevalement, machine et chaudières.

Nous arrivons maintenant à la nouvelle méthode employée dite *en remontant sur remblai*. Il est compréhensible que tant que l'industrie ardoisière est restée entre les mains de petites entreprises, les procédés d'exploitation se soient, pour ainsi dire, transmis par tradition, par routine; les améliorations ne pouvaient être que très lentes, sinon insignifiantes. Du jour où cette industrie a passé entre les mains de sociétés importantes, bien organisées, sous la direction d'ingénieurs expérimentés dans l'art de l'exploitation des mines, les procédés devaient se modifier et s'inspirer des méthodes rationnelles.

En effet, nous voyons la nouvelle méthode bouleverser les antiques procédés en introduisant l'emploi des remblais pour combler les vides produits par l'extraction.

En même temps, pour obtenir simplement le remblayage, sans nécessité de maçonner, l'exploitation se fera en remontant sur les remblais et c'est la voûte qu'on attaquera au lieu du sol. Le remblayage se produira donc de lui-même.

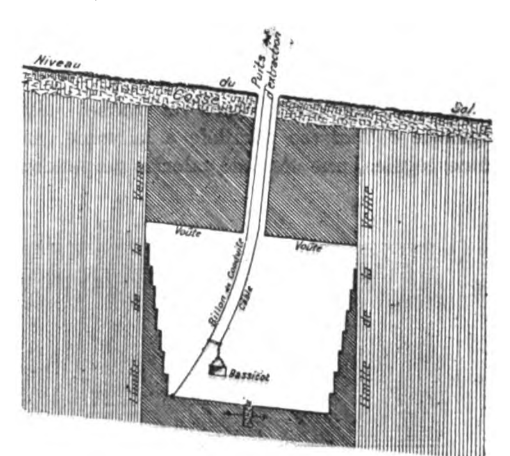


Fig. 5. — Coupe verticale d'un fond en descendant sous voûte.

Immédiatement, découle un avantage au point de vue de la sécurité : le ciel du chantier étant fréquemment renouvelé et facilement accessible, non seulement la surveillance est aisée, mais encore ce ciel fatigue moins.

En principe, la nouvelle méthode consiste à forer un puits profond de 150 à 300 m et à enlever le schiste en remontant jusqu'à la roche inutilisable, soit vers 50 m de la surface du sol.

La position du puits dépend de la puissance de la veine; en principe, il est au voisinage de celle-ci

Lorsque la veine a moins de 60 m d'épaisseur, le puits étant creusé à 250 m de profondeur,

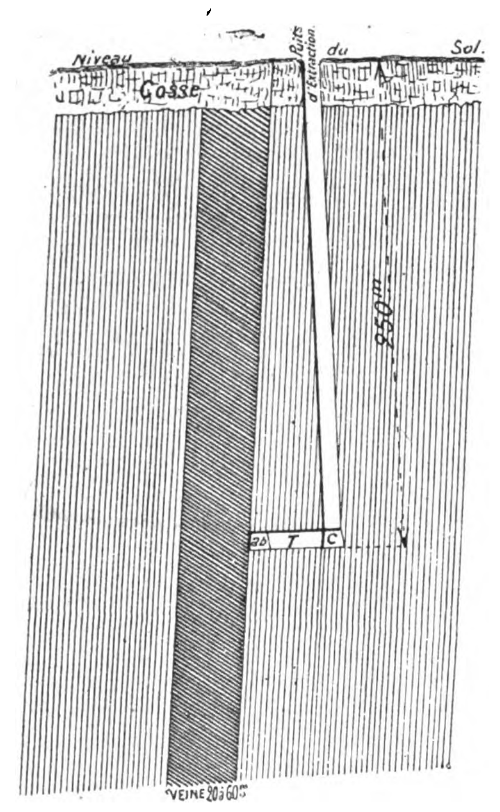


Fig. 6. — Coupe verticale en travers d'une veine de 20 et 60 m. et du puits d'extraction.

par exemple, on ouvre dans la roche stérile une galerie *collectrice* parallèle à la veine, et à distances égales, une série de galeries perpendiculaires ou *travers bancs* allant jusqu'au schiste fissile (fig. 6 et 7).

On constitue pour chaque *travers banc* une chambre d'abatage indépendante des autres et qu'on prolonge jusqu'à la limite de la veine.

Les chambres ainsi ouvertes ont une hauteur de 2 à 4 m, suivant la résistance du schiste.

Tous ces travaux constituent l'aménagement d'une carrière. Ils obligent à une immobilisation de capitaux considérable, mais assurent la régularité de l'exploitation sur un étage de 200 m environ et dans les meilleures conditions de sécurité.

A propos de l'immobilisation des capitaux, il n'est pas sans intérêt de faire remarquer ici que les exploitations ardoisières étant soumises au régime des carrières, les exploitants doivent être propriétaires de la surface et du fond.

L'électricité joue encore un rôle courant dans ces travaux préparatoires pour le tirage des mines, par l'emploi d'exploseurs Bernhardt, Breguet et autres. On arrive, dans ces opérations, à faire exploser simultanément de 20 à 40 amorces de fulminate de mercure.

De même nous voyons apparaitre les treuils électriques soit pour le remontage des remblais en excès dans la période préparatoire, soit lorsqu'on veut éviter cette manutention pour remonter au jour le schiste fissile qu'on aura dépilé des chambres de début destinées à loger les remblais provenant du traçage des galeries. Cette dernière variante permet en quelque sorte de hâter la mise en valeur de la carrière.

En cas d'insuffisance des remblais, le complément est amené par un puits voisin du puits d'extraction.

Tous les produits à extraire sont amenés au puits principal et enlevés par des bassicots.

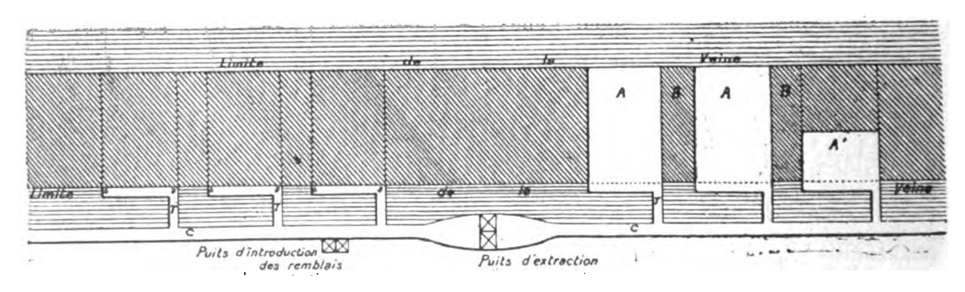


Fig. 7. — Plan représentant les diverses phases de l'ouverture des chambres.

LÉGENDE :

C. — Collectrice.
T. — Travers, bancs.
ab. — Galeries en fil de pierre avant la longueur des chambres.
B. — Bardeaux.
A. — Chambre entièrement ouverte.
A'. — Chambre en période d'ouverture.

La préparation étant ainsi bien définie, il nous reste à voir comment est conduite l'*exploitation proprement dite*.

On opère par grandes tailles horizontales en travers, en détachant de la voûte des bancs de 4 m.

A cet effet, on commence par creuser à la limite et en dehors de la veine une *foncée* de 2 m de largeur sur 4 m de hauteur.



La pierre dans laquelle cette foncée d'amorçage est pratiquée devant être broyée par les explosifs, on conçoit qu'il y ait intérêt à la placer en dehors de la veine utilisable (fig. 8).

La foncée étant achevée, le banc est attaqué par une série de mines horizontales contre la voûte, et profondes de 1,50 m à 2 m, ainsi que par des mines placées dans des plans verticaux à chaque extrémité du banc. On pratique ainsi une sorte de hâvage général.

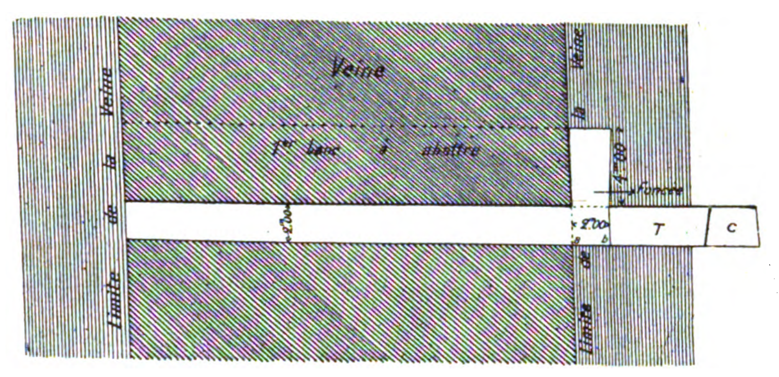


Fig. 8. — Coupe verticale d'une chambre normalement au fil de pierre pour montrer la foncée du premier banc.

Les trous de mines sont perforés par les mineurs placés sur des passerelles ou ponts de travail ; les mines sont simultanément tirées électriquement et le schiste tombe sur toute la longueur de la chambre.

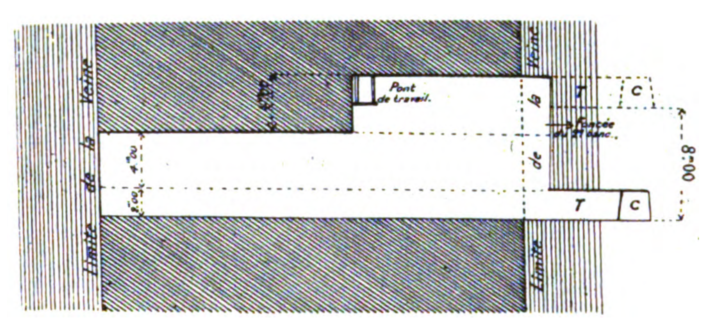


Fig. 9. — Coupe d'une chambre pour montrer l'abatage du 2e banc d'une tranche et la création du réseau de galeries de la tranche suivante.

Les produits d'abatage sont immédiatement triés : les menus fragments sont laissés sur place ; les petits blocs utilisables sont chargés sur les bassicots dont nous avons déjà parlé et les blocs trop gros sont sectionnés au moyen de coins ou même de coups de mine pour les rendre plus maniables. Néanmoins, après cette dernière opération il est souvent nécessaire de dégager de leur lieu de chute des blocs cubant plus d'un mètre cube, c'est alors l'affaire des treuils. Jadis ces appareils étaient mus à bras ; aujourd'hui ils sont commandés électriquement. Nous reviendrons plus en détail ultérieurement sur leur fonctionnement.

Lorsque le premier banc est dépilé, on en attaque un second de la même manière. Dès que l'avancement est suffisant, on creuse une nouvelle foncée ; on ouvre alors, en dehors de la veine à 8 m au-dessus des galeries primitives, un nouveau réseau de galeries identiques qui servira pour l'exploitation du deuxième banc (fig. 9, 10, 11) et pour l'arrivée des remblais pendant l'abatage de celui-ci.

Tout le vide produit par l'abatage est comblé progressivement jusqu'à 2 m en dessous de la voûte.

A propos du remblayage, les méthodes employées pour l'ardoise diffèrent essentiellement de celles usitées pour la houille.

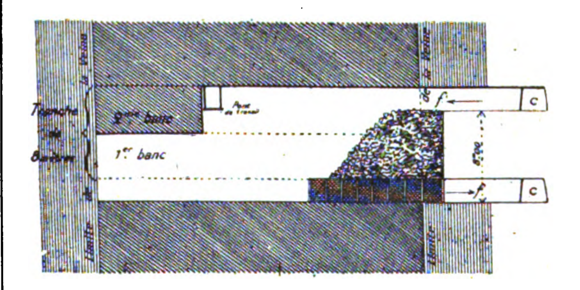


Fig. 10. — Remblayage d'une tranchée de 8 m. pendant l'enlèvement de son second banc.

f sortie des produits utiles.
f' arrivée des remblais.

Cette dernière exige un bourrage parfait des remblais pour de nombreux motifs : éviter l'éboulement des couches supérieures, la voûte étant en

général peu solide; prévenir aussi la formation de chambres à grisou et conduire méthodiquement

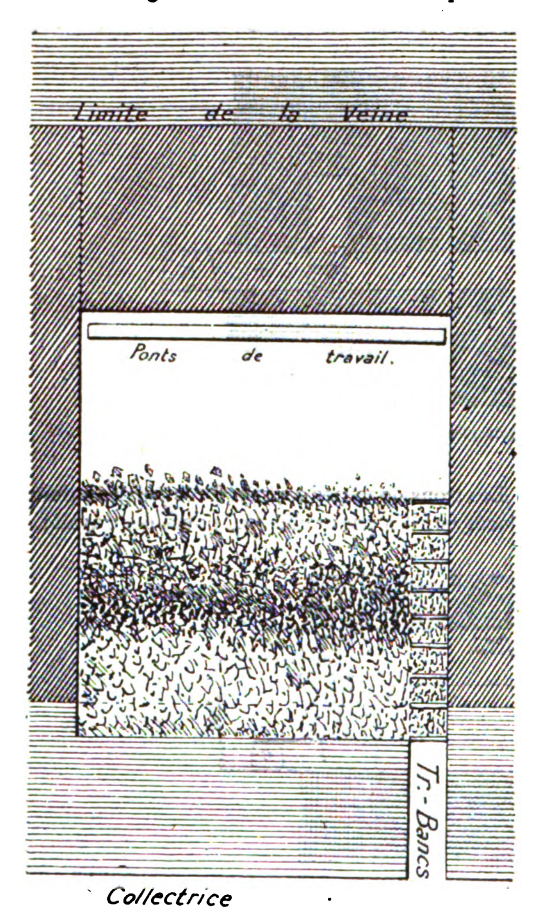


Fig. 11. — Vue en plan d'une chambre pendant le remblayage et l'abatage du second banc en supposant la voûte enlevée.

l'air aux chantiers, etc. Le remblai joue donc ici un rôle essentiel quant à la conservation et à la sécurité des travaux.

Il n'y a pas d'analogie dans les carrières d'ardoise où les remblais ne servent que d'échafaudage de travail et de soutien pour les piliers séparatifs ou *bardeaux* réservés entre les chambres.

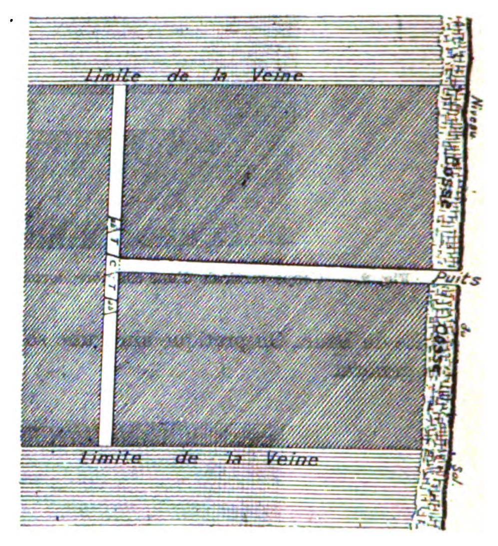


Fig. 12. — Vue en coupe des travaux préparatoires dans une veine de plus de 60 mètres d'épaisseur.

La voûte très solide se soutient d'elle-même. Voudrait-on exploiter par tranches minces reposant directement sur le schiste que la manutention des blocs deviendrait inutilement difficile et onéreuse sans que les remblais donnent à la voûte aucun supplément de solidité.

D'autre part, il est intéressant, pour faciliter les

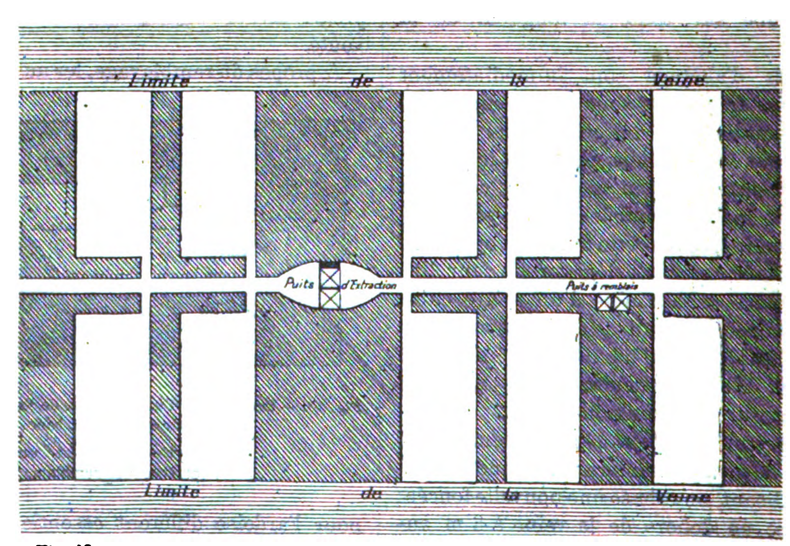


Fig. 13. — Plan d'ensemble d'une exploitation avec deux jeux de chambres symétriques.

manœuvres si avantageuses du treuil d'avoir une hauteur suffisante sous voûte et de pouvoir travailler dans de véritables chambres.

Enfin, un éboulement sérieux ne peut, par suite de la séparation absolue des chambres, entraîner l'arrêt de l'exploitation.



Le remblayage facilite donc l'exploitation sans qu'il soit nécessaire de lui donner la même importance que dans les houillières.

On conserve, dans la méthode en remontant à travers le remblai et contre l'un des chefs, un passage boisé pour la sortie des produits d'abatage du second banc.

L'ensemble compris entre deux réseaux de galeries porte le nom de *tranche*.

Le second banc enlevé et le remblayage terminé, on attaque le premier banc de la seconde tranche et ainsi de suite, en montant sans discontinuité.

Lorsqu'on arrive près de la surface du gisement, on approfondit le puits pour aménager un nouvel étage de 100 à 200 m qu'on exploitera comme le précédent, en laissant cependant un massif de protection d'une vingtaine de mètres d'épaisseur pour séparer les remblais des deux étages.

Un étage de 100 m peut avoir une durée de douze à vingt-cinq ans, selon la puissance de la veine et l'activité de l'exploitation.

Nous verrons ultérieurement quel est le rôle important de l'électricité pour le travail dans les chambres; mais signalons en passant que l'emploi des lampes à arc et à incandescence dans les passages a permis de supprimer dans les chambres, presque complètement, les fumeuses lampes individuelles.

Lorsque la veine a plus de 60 m d'épaisseur, il est avantageux de forer le puits vers le milieu de l'épaisseur de la veine et de tracer les chambres de chaque côté de la galerie collectrice (fig. 12 et 13).

Le champ d'exploitation est ainsi divisé en deux parties symétriques dans le sens de la direction de la veine.

On profite naturellement de la présence des parties impropres de la veine pour y placer le puits et la portion longitudinale du massif qu'on est obligé d'abandonner pour assurer la sécurité du puits. Tel a été le cas pour la Société Ardoisière de l'Anjou, aux carrières de Grand Maison, à Trélazé. Au contraire, à Misengrain, qui appartient à la même société, les piliers abandonnés autour du puits sont en pleine masse fissile.

E.-J. Brunswick.

(A suivre.)

UN NOUVEAU MODÈLE

DE LA LAMPE NERNST

La Société « Allgemeine Elektricitæts » de Berlin vient de construire un nouveau type de sa lampe Nernst qu'elle appelle le modèle A et qui est destiné surtout, en fournissant une source lumineuse d'intensité moyenne, à remplacer les groupes de lampes à incandescence. La nouvelle lampe, construite pour des tensions de 100 et de 200 volts, peut être alimentée aussi bien par un courant continu que par des courants alternatifs. La figure 1 la représente avec son brûleur, mais sans globe ni suspension. Le brûleur que montre la figure 2 donne plus de 300 heures de service en moyenne, sans qu'on ait à le renouveler. On peut le remplacer très facilement. On le retire de son support en desserrant la vis *s*. Quand on veut remplacer un brûleur, il n'est pas possible de confondre les différents conducteurs, car le fil *a* ne s'adapte qu'au petit tube a_1 et le fil *b* au petit tube b_1. En ce qui concerne l'économie que permet de réaliser son nouveau modèle de lampe Nernst, le constructeur a établi le calcul suivant :

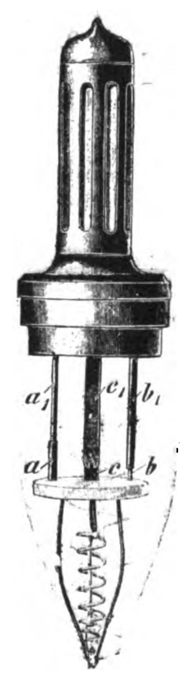


Fig. 1.

Modèle A, 100 watts (environ 65 bougies). Remplace 4 lampes à incandescence de 16 bougies.

En supposant que l'énergie électrique coûte 0,6875 fr. le kilowatt-heure et que l'on ait 600 heures d'eclairage chaque année, les frais de fonctionnement de 4 lampes à incandescence à filament de charbon s'élèvent à :

$$\frac{200 \times 600 \times 0 \text{ fr } 6875}{1000} = 82{,}50 \text{ fr}$$

Remplacement de 4 lampes à 0,6875 fr =	2,75 fr
Total. . .	85,25 fr

Lampe Nernst :

$$\frac{100 \times 600 \times 0 \text{ fr } 6875}{1000} = 41\ 25 \text{ fr}$$

Remplacement de 2 brûleurs à 2,50 fr = 5 fr

Total. . . 46,25 fr

Economie réalisée dans une année = 39 fr

= 45,75 0/0.

Modèle A, 200 watts (environ 135 bougies). Remplace 8,5 lampes à incandescence de 16 bougies.

En supposant que le prix de l'énergie électrique soit toujours de 0,6875 fr par kilowatt-heure et que l'on ait 600 heures d'éclairage chaque année, les frais de fonctionnement de

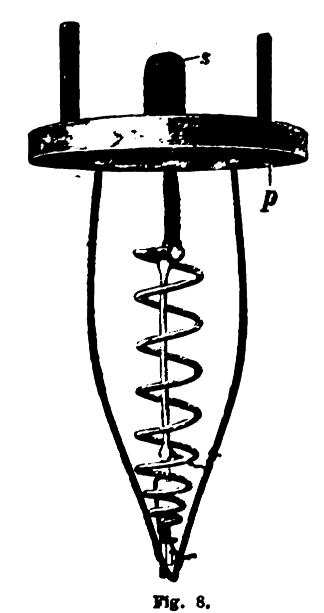


Fig. 8.

8,5 lampes à incandescence à filament de charbon s'élèvent à :

$$\frac{425 \times 600 \times 0 \text{ fr } 6875}{1000} = 175\ 30 \text{ fr}$$

Remplacement de 8,5 lampes à 0,6875 = 5,85 fr

Total. . . 181,15 fr

Lampe Nernst :

$$\frac{200 \times 600 \times 0 \text{ fr } 6875}{1000} = 82\ 50 \text{ fr}$$

Remplacement de 2 brûleurs à 2,50 fr = 5 fr

Total. . . 87,50 fr

Economie réalisée dans une année = 93,65 fr

= 51,7 0/0.

On a pris comme base des calculs ci-dessus les lampes à incandescence consommant 50 watts pour 16 bougies.

G.

VARIATION DE LA RÉSISTANCE D'ISOLEMENT

AVEC L'ÉTAT DE PROPRETÉ DES ISOLATEURS

Particulièrement dans les gares et aux abords des usines, les isolateurs se recouvrent, à la longue, d'une couche de poussières charbonneuses tenaces, résistant aux lavages des eaux pluviales.

J'ai cherché à me rendre compte de la baisse d'isolement qui pouvait en résulter.

A cette fin, j'ai choisi un certain nombre d'isolateurs de divers types provenant des lignes démolies. J'ai mesuré leur résistance d'isolement. La même mesure a été également effectuée sur des isolateurs du même envoi pris au hasard et nettoyés préalablement.

La méthode employée était celle par comparaison usuellement adoptée.

A cette fin, les isolateurs montés étaient posés renversés dans une cuve doublée de plomb. On y versait de l'eau jusqu'à ce que celle-ci arrive à 1 centimètre environ du rebord de l'isolateur. Les ferrures supports étaient réunies ensemble par un conducteur.

A l'aide d'un commutateur à deux directions, le courant d'une pile de 100 éléments pouvait être envoyé à travers une résistance étalon d'un mégohm, ou à travers la résistance d'isolement à mesurer par l'intermédiaire d'une tige plongeant dans l'eau de la cuve d'une part et du conducteur réunissant les montures d'autre part.

Voici les résultats obtenus :

10 isolateurs télégraphiques grand modèle résistance d'isolement par isolateur, propre	4 420	mégohms
10 isolateurs télégraphiques grand modèle résistance d'isolement par isolateur, sale.	3 470	—
20 isolateurs téléphoniques montés, propres	6 800	—
20 isolateurs téléphoniques montés, sales.	1 810	—
26 isolateurs télégraphiques double cloche petit modèle, propres.	3 250	—
26 isolateurs télégraphiques double cloche petit modèle, sales.	5,4	—

Il résulte donc de ces cinquante-six essais doubles que la résistance d'isolement des isolateurs est très notablement affectée par leur degré de propreté, ce qui légitime la pratique des grandes administrations de les soumettre à des nettoyages périodiques.

En outre, la profondeur de la cloche, comme il fallait s'y attendre, paraît jouer un rôle extrêmement important.

EM. PIÉRARD.

L'ÉTUDE DES TRANSFORMATEURS

(Suite et fin) (1).

Méthode générale d'étude. — On simplifiera beaucoup les calculs en traçant les courbes suivantes : 1. Courbe des élévations de température en fonction des watts perdus par unités de surface (m) pour la méthode particulière de refroidissement employée; 2. Courbe des watts perdus par hystérésis, en fonction de $\mathfrak{B}$, par kilogramme de fer à une fréquence donnée; 3. Courbe établissant la relation entre les dimensions linéaires et la surface refroidissante approximative pour des proportions données; et, sur la même feuille, une courbe reliant w avec le poids net du noyau.

Pour la surface refroidissante totale, dans un transformateur à noyau, on prendra la surface totale du noyau, la surface interne de la plus petite bobine sur chaque branche, la surface externe de la plus grande bobine qu'on peut employer sur chaque branche et la surface des bouts des bobines. Dans un transformateur blindé, on prendra la surface extérieure totale du noyau et la partie de la surface extérieure de la bobine qui déborde le noyau, en supposant que la bobine ait des extrémités semi-circulaires. Le poids du noyau calculé pour la courbe ci-dessus doit être le poids net de fer; avec des tôles de 35/100, l'isolant occupe 10 à 15 0/0 du volume total. Par exemple, dans un transformateur à noyau, avec les proportions indiquées précédemment, la surface refroidissante est environ $145{,}5\ w^2 + 305\ w$, et le poids net de fer est approximativement $0{,}058\,w^3 + 0{,}125\,w^2$ (en kg). Dans un transformateur blindé ayant les proportions également indiquées dans le précédent article, on aurait :

Surface refroidissante $= 72{,}5\ w^2$ cm².

Poids du fer $= 0{,}152\ w^3$.

Après avoir tracé ces courbes (2), on procédera comme suit : d'après la puissance spécifiée et le rendement, on trouvera les pertes totales dans le fer et dans le cuivre. Pour une charge non inductive, les pertes dans le cuivre à pleine puissance doivent être plus grandes que les pertes dans le fer. La nature de la charge (ou le rendement spécifié aux faibles puissances) indiquera la proportion de la perte totale qui peut être consentie comme perte dans le fer. Les pertes dans le fer sont dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault. Comme première approximation, on déduira 30 0/0 ou plus pour les courants de Foucault, ce qui donnera la perte possible par hystérésis.

En se reportant à la courbe des élévations de température, on trouvera, d'après l'augmentation de température spécifiée, la valeur de m correspondante. En divisant la perte totale par m, on obtiendra la surface refroidissante totale.

La courbe des dimensions de noyau en fonction des surfaces refroidissantes donnera la valeur de w et le poids net du noyau. Le quotient de la perte hystérétique par le poids de fer donnera la perte par kg, de sorte qu'en se reportant à la courbe d'hystérésis, on trouvera la valeur de $\mathfrak{B}$. Les valeurs de $\mathfrak{B}$ varient de 2300 à 6200 par cm². Si le calcul ci-dessus donne pour $\mathfrak{B}$ une valeur trop faible, la surface refroidissante doit être augmentée sans ajouter au poids du fer.

La connaissance de $\mathfrak{B}$ et des dimensions du noyau donne N, ce qui permet de calculer T_1 et T_2. Le nombre de tours secondaires peut demander à être augmenté pour compenser la chute de tension, suivant la dimension et la destination du transformateur. On essaie une densité de courant de 0,7 à 0,8 ampère par mm² et on calcule les enroulements, en prenant soin d'isoler les couches l'une de l'autre suivant la tension.

Pour la commodité de l'enroulement, un certain nombre de bandes de cuivre reliées ensemble sont préférables à un conducteur massif.

On calculera enfin : 1) les pertes totales; 2) l'échauffement; 3) la chute de tension. Si les chiffres rentrent dans les limites spécifiées, on examinera si de légères modifications améliorent le projet.

Nous donnons ci-dessous une étude d'après ces données; il est inutile de dire qu'il faudrait la modifier pour se rendre compte s'il en résulte une amélioration, et que le calcul final de la surface refroidissante doit être fait d'après le dessin même.

Exemple d'étude d'un transformateur à noyau. — Spécification : puissance, 10 kw, 100 ampères, 100 volts, fréquence, 100. Refroidissement par l'huile. Élévation maximum de température, 33°. Rendement à pleine charge, 97 0/0. Chute maximum de tension, 3 0/0. Facteur de puissance du circuit primaire, 0,9.

1. — *Division des pertes.* — Avec un rendement de 97 0/0, les pertes totales sont de 300 watts. Admettons 150 watts dans le cuivre, et 150 watts dans le fer, dont 100 watts perdus par hystérésis.

2. *Dimensions du noyau.* — La valeur de m qui correspond à une élévation de température de 33 degrés est (fig. 9) d'environ 0,0217. La surface refroidissante nécessaire est donc :

$$\frac{300}{0{,}0217} = 13800 \text{ cm}^2.$$

(1) Voir l'*Electricien*, 1901, 1er semestre, p 310 et 329.

(2) Nous reproduisons (fig. 11 et 12) ces courbes en dimensions anglaises; les abscisses expriment les valeurs de w en pouces (25,4 mm); les ordonnées de gauche sont en pouces carrés (1 pouce carré = 6,45 cm²); celles de droite expriment les poids en livres (453 gr). La courbe supérieure est celle des surfaces, celle inférieure, celle des poids. Moyennant quelques calculs fort simples, on pourra donc utiliser ces courbes telles quelles.

Ceci correspond à $w = 89$ mm,
ce qui donne pour les dimensions du noyau :

Longueur extérieure : $4,6\,w + 10$ cm $= 51$ cm.

Largeur extérieure : $3,2\,w + 2,5$ cm $= 31$ cm.

Poids net du fer : 50 kg.

On pourra, naturellement, arrondir les dimensions.

3. *Valeur de* $\mathfrak{B}$. — Les watts perdus par hystérésis à la fréquence 100 et par kg de fer sont :

$$\frac{100}{50} = 2,$$

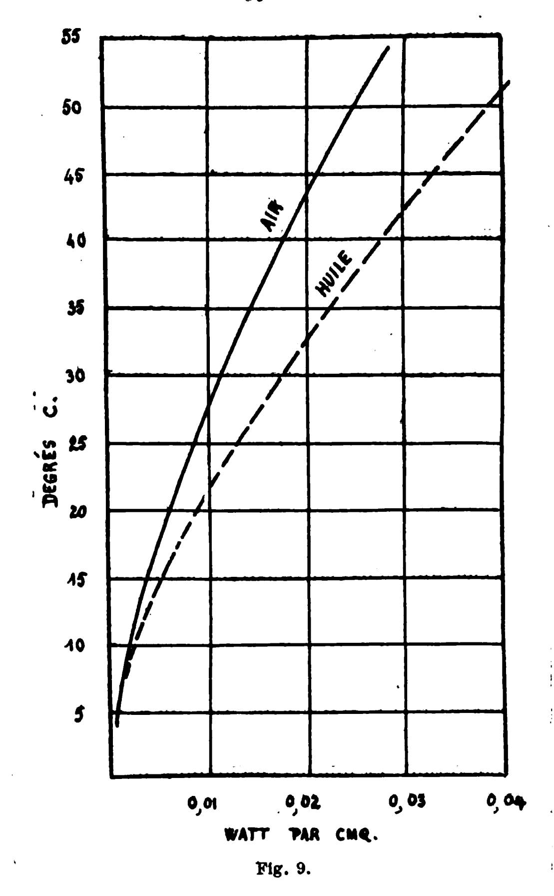


Fig. 9.

ce qui correspond (fig. 10) à une valeur de $\mathfrak{B}$ égale à 5900.

La section *nette* du fer est de 50,5 cm² et le flux total $50,5 \times 5900$.

4. *Calcul de* T_1 *et* T_2.

$$T_1 = \frac{E \times 10^8}{4.45 \times f N} = \frac{1000 \times 10^8}{4.45 \times 100 \times 7,8 \times 38000} = 758$$

Prenons 760 tours : $T_2 = \frac{100\,T_1}{1000} = 76$; mais, pour compenser la chute de tension en charge, nous porterons le nombre de tours à 78.

5. *Calcul de* C_1 *et* C_2.

$$C_1 = \frac{\text{Puissance}}{E_1 + \eta \cos \varphi} = \frac{10000}{1000 \times 0,97 \times 0,9} = 11,5 \text{amp.}$$

$$C_2 = \frac{10000}{100} + 100 \text{ ampères.}$$

6. *Étude des enroulements.*— Prenons une densité de courant d'environ 0,77 ampère par mm², soit une section de conducteur primaire égale à 14,8 mm², et une section de conducteur secondaire égale à 130 mm². Nous trouverons plus économique d'enrouler le secondaire à l'intérieur, sur chaque branche, et pour égaliser les pertes dans le primaire et le secondaire, nous pourrons prendre dans le secondaire une densité de courant plus élevée.

Nous dessinerons le noyau et nous mesurerons l'espace disponible pour l'enroulement. Comme nous avons un grand nombre de tours sur le primaire, il sera préférable de l'enrouler en deux sections pour réduire la différence de potentiel entre les couches.

Supposons que l'épaisseur de la bobine primaire soit 5 mm, celle de la bobine secondaire 5 mm, celle des jours, 5 mm, l'intervalle d'air entre le primaire et le secondaire 3,8 mm.

Le dessin indique que le plus petit diamètre possible de la bobine secondaire est 10 cm ; le plus

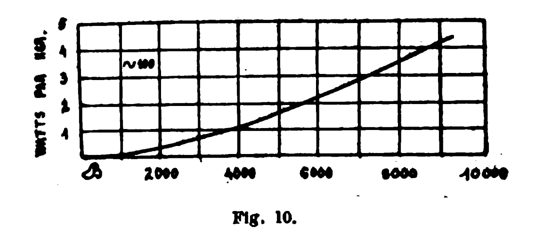


Fig. 10.

grand diamètre de la bobine primaire, en laissant un peu de jeu, sera 21,6 cm.

L'épaisseur brute de l'enroulement sera :

$$\frac{21,6 - 10}{2} = 5,8 \text{ cm.}$$

En déduisant l'épaisseur des bobines et l'intervalle d'air, il reste pour l'épaisseur nette :

$$5,8 - 1,2 = 4,6 \text{ cm.}$$

Longueur brute de l'enroulement 33 cm; longueur nette du primaire, 31,5 cm; du secondaire, 32 cm.

Enroulement primaire. — 380 tours sur chaque branche, soit 5 couches de 76 tours; conducteur rectangulaire, deux couches de coton ou une tresse.

Largeur possible pour le fil couvert = longueur disponible divisée par le nombre de tours + 1.

$$= \frac{33}{77} = 0,43 \text{ cm.}$$

En déduisant l'isolant, la largeur du cuivre nu est 0,33 cm. L'épaisseur est $\frac{14,8}{3,3} = 4,5$ mm.

Nous prendrons deux bandes de cuivre de 2,3 mm (ce qui donnera, pour la section nette du conducteur : $3,3 \times 4,6 =$ env. 15,2 mm²), qu'on recou-

vrira à $4{,}1 \times 5{,}4$ mm. On placera entre chaque couche une toile huilée (épaisseur 0,25 mm).

Epaisseur totale de l'enroulement primaire :

$$(5 \times 5{,}4) + (5 \times 0{,}25) = 28{,}25 \text{ mm}$$

Enroulement secondaire. — 39 tours sur chaque branche, soit une couche de 20 tours et une de 19 tours. En procédant comme ci-dessus, on trouvera qu'on obtiendra un conducteur convenable avec trois bandes de cuivre de 2,33 mm d'épaisseur et 14,5 de largeur, ce qui donnera une section utile de $2{,}33 \times 14{,}5 \times 3$ = environ 100 mm². La dimension du conducteur isolé sera : $15{,}2 \times 7{,}8$. L'épaisseur de l'enroulement secondaire sera :

$$2 \times 7{,}8 = 15{,}6 \text{ mm}$$

Epaisseur totale de l'enroulement :

$$28{,}25 + 15{,}6 = 43{,}85 \text{ mm}$$

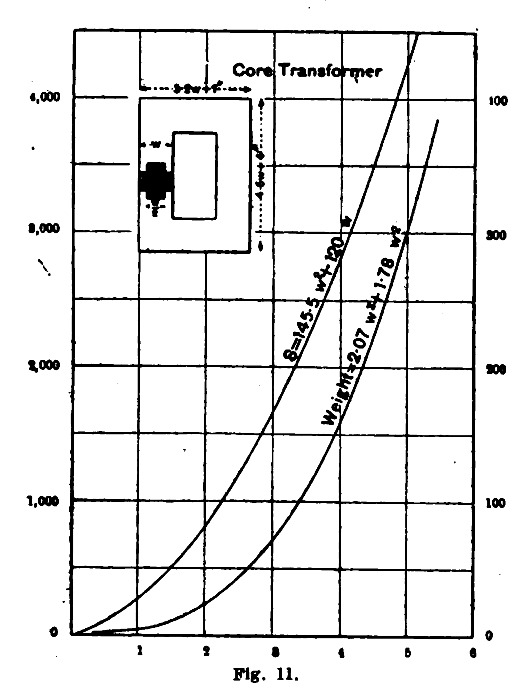


Fig. 11.

ce qui rentre bien dans l'espace disponible.

7. *Résistance des enroulements.* — On déduit du dessin les longueurs moyennes :

D'un tour primaire : $\pi \times 18{,}5$ cm ;

D'un tour secondaire : $\pi \times 16{,}3$ cm,

et par suite les longueurs totales :

Du primaire : $\pi \times 18{,}9 \times 760 = 450$ m ;

Du secondaire : $\pi \times 16{,}3 \times 78 = 40$ m.

On en déduit, du moins à titre de première approximation, les résistances qui sont respectivement : 0,51 ohm pour le primaire et 0,007 ohm pour le secondaire. Dans le calcul final, on tiendra compte de la température.

8. *Calcul des pertes.* — Pertes dans le cuivre :

Primaire CR^2	$= 11{,}5^2 \times 0{,}51$	$= 67{,}5$
Secondaire	$100^2 \times 0{,}007$	$= 70$
		137,5 watts

Pertes dans le fer :

$$= \text{Poids} \times 0{,}0365 \times \left(\frac{f}{100} \times \frac{\mathcal{B}}{1000}\right)^2$$

$$= 50 \times 0{,}0365 \times \left(\frac{100}{100} \times \frac{5900}{1000}\right)^2$$

= environ 63,5 watts.

Pertes par hystérésis = 100 watts.

Pertes totales dans le fer : 163,5 watts.

Pertes totales dans le transformateur :

$$137{,}5 + 163{,}5 = 301 \text{ watts.}$$

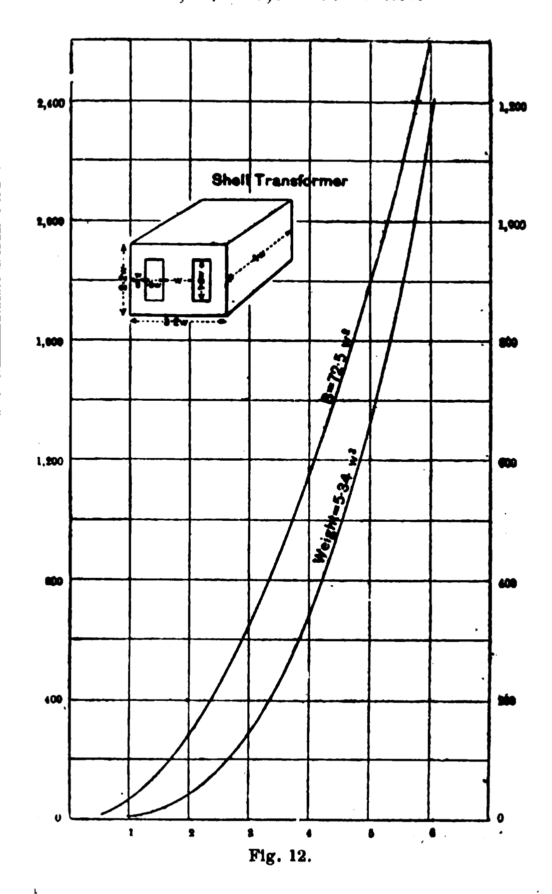


Fig. 12.

9. *Courant à vide.* — Le courant magnétisant peut être calculé d'après la formule déjà donnée, ou bien d'après une expression qui contient la perméabilité μ, obtenue d'après une courbe relative au fer employé :

$$Cm = \frac{\mathcal{B}\, l}{1{,}78\, T_1\, \mu}$$

où l est la longueur moyenne du circuit magnétique (cm) qui est dans ce cas : 128 cm. Si $\mathcal{B} = 5900$ et $\mu = 2600$ pour le fer employé, on a :

$$Cm = \frac{5900 \times 128}{1{,}78 \times 760 \times 2600} = 0{,}216 \text{ amp.}$$

$$Ch = \frac{Ph}{V} = \frac{163{,}5}{1000} = 0{,}163 \text{ amp.}$$

$$Co = \sqrt{\overline{0{,}163}^2 + \overline{0{,}216}^2} = 0{,}27 \text{ amp.}$$

10. *Chûte de tension. — Perte ohmique.*
Secondaire : $0,007 \times 100 = 0,7$ volt;
Primaire : $0,51 \times 11,5 = 5,87$ volts.

Rapportée au secondaire, la perte ohmique totale est $0,7 + \frac{5,87 \times 78}{760} = 1,3$ volt, soit 1,5 volt.

Perte inductive. — En employant la formule de Kapp :

$$e = 2 \left\{ \frac{\text{CT}}{\text{N}} \left(\frac{b}{2} + \frac{a}{3} \right) \times \frac{l}{h} \text{E}_2 \right\}$$

$$\text{CT} = \left(\frac{(11,5 \times 760) + (100 \times 78)}{2} \right) = 8270$$

$\text{N} = \mathfrak{B}\,\text{A} = 5900 \times 50,5$
$a = 2,2$ cm.
$b = 0,89$
$l = \pi \times 14,6$
$h = 32$

$$e = \frac{2 \times 8270 \times 1,18 \times \pi \times 14,6 \times 100}{5900 \times 50,5 \times 32} = 9 \text{ volts.}$$

Traçons maintenant le diagramme vectoriel pour déterminer la chute de tension pour différentes valeurs de cosinus φ, en prenant comme rayon :

$$\text{E}_2 = \frac{78 \times 1000}{760} = 102,5 \text{ volts}$$

(volts à circuit ouvert), par exemple à l'échelle de 25 mm pour 10 volts. Si le courant secondaire est en phase avec la f. é. m., la chute de tension à pleine charge sera de 2 volts. La chute maximum sur une charge inductive peut atteindre 10 volts, et le transformateur serait mauvais pour alimenter des moteurs. Les bobines devraient, par suite, être alternées.

Poids de cuivre primaire, 62 kg; secondaire, 36 kg; total, 98 kg. Poids total de fer, 50 kg.

W.-B. Woodhouse.

(Traduit de *The Electrician.*)

INDICATEUR DE TERRE THOMSON-HOUSTON

Les indicateurs de terre primitivement utilisés comportaient un transformateur et une lampe : le primaire du transformateur était relié par une extrémité à la ligne, par l'autre à la terre. La lampe placée dans le circuit secondaire indiquait approximativement, par l'intensité de son éclat, l'importance des défauts sur la ligne primaire, mais le courant de capacité des lignes suffisait presque toujours à éclairer la lampe et à masquer la véritable valeur de l'isolement. L'indicateur de terre actuel est exempt de ces défauts et donne avec plus d'exactitude l'isolement cherché (fig. 1). Il est construit comme un voltmètre électrostatique et monté de même sur le tableau de distribution; il comporte quatre quadrants rigides fixes et une lame montée sur un axe portant une aiguille qui se déplace en face d'un cadran gradué.

Les deux quadrants inférieurs de l'électromètre sont reliés à la terre et les cadrans supérieurs sont respectivement reliés à deux des conducteurs à haute tension.

L'équipage mobile, formé par la lame influencée de l'aiguille est légèrement équilibré

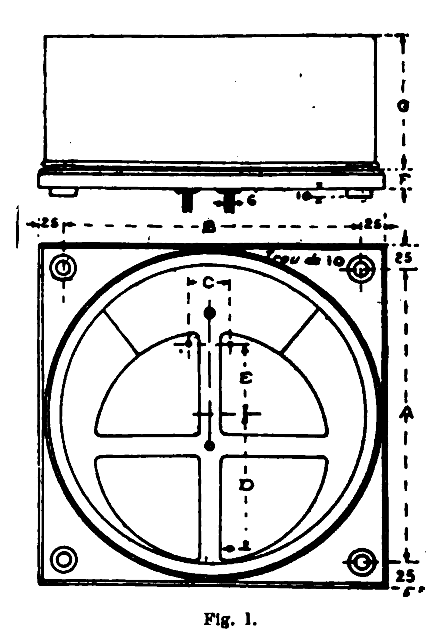


Fig. 1.

de façon à se tenir normalement au zéro, au milieu de l'échelle.

Comme dans tous les appareils électrostatiques, la lame mobile tend vers une position de capacité maximum; quand les lignes ne présentent aucun défaut, l'aiguille demeure à la position de plus court chemin entre les quadrants positif et négatif, c'est-à-dire entre les quadrants supérieurs, les cadrans inférieurs reliés à la terre étant neutres. Si une des lignes présente un défaut, les deux quadrants inférieurs cessent d'être neutres; le système est déséquilibré et la lame mobile dévie du côté opposé à la ligne défectueuse.

Il convient de remarquer que l'équipage mobile est absolument isolé, aussi bien des lignes que de la terre; il ne peut ainsi occasionner dans son mouvement aucun accident.

Plusieurs de ces indicateurs de terre fonc-

tionnent sous 10 000 volts sans avoir jamais donné lieu à aucun accident.

Pour les circuits triphasés, on peut employer deux des indicateurs de terre précédents, mais il est mieux d'employer l'indicateur de terre spécial pour circuits triphasés (fig. 2). Il réalise, sous une forme pratique, une combinaison aussi symétrique et aussi concentrée que possible de trois indicateurs simples. Quand le réseau ne présente aucun défaut, les trois aiguilles sont dans la direction du centre du système; quand une des lignes présente un défaut, les deux aiguilles adjacentes se dirigent

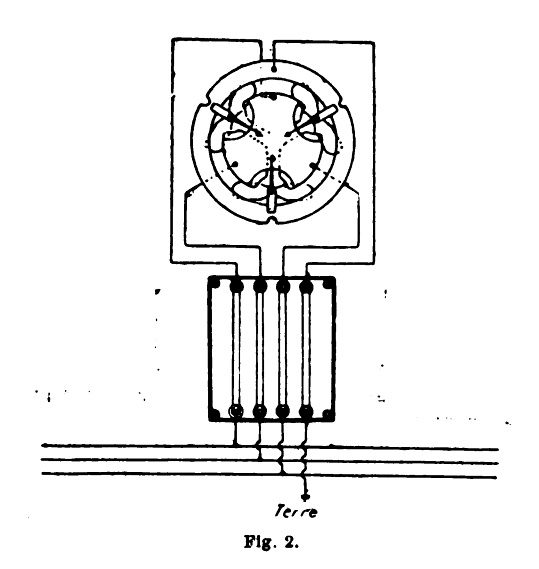


Fig. 2.

du côté du segment relié à la ligne défectueuse.

Si deux des phases sont affectées par un défaut, l'aiguille intermédiaire à leurs segments se porte dans la direction du plus grand défaut, et les deux autres aiguilles se dirigent également vers les segments reliés aux lignes défectueuses.

GALLUS.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Traction électrique avec contact superficiel. — La corporation de Wolverhampton vient d'autoriser la Compagnie Lorain Stell d'établir un mille de double voie en traction électrique avec le système de contact superficiel Lorain. La Compagnie a garanti le succès complet du fonctionnement de cette ligne pendant une année et a assumé la responsabilité pour tout accident qui parviendrait dans cette période de temps; elle rétablira la route dans son état primitif si ce système est refusé après essai d'un an. La ville n'a pas encore transformé ses tramways à chevaux en traction électrique et elle attend les résultats de cette expérience avant d'adopter le trolley. Si la méthode par contact est acceptée définitivement pour toute la ville, le capital dépensé en plus comparé au prix du trolley s'élèvera à 24 500 livres.

***

Les moteurs à courants polyphasés dans la commande électrique en Angleterre. — Les avantages que présentent les moteurs à courants polyphasés sur les autres pour la commande électrique des machines-outils dans les ateliers ont été développées dans un rapport récemment lu devant la section de Birmingham de l'institution des ingénieurs électriciens par M. W. Wyld. L'auteur détaille brièvement le fonctionnement des moteurs polyphasés et donne la description des moteurs asynchrones, puis explique les méthodes employées pour faire varier la vitesse et fait ressortir les excellentes qualités de ces moteurs. M. Wyld déclare que l'inaptitude des courants polyphasés à l'éclairage électrique est de peu d'importance si on met en balance tous les avantages qu'ils procurent dans les moteurs pour la commande des machines. Il donne une liste des différentes installations en service dans le monde entier et démontre que l'Italie prend la tête avec 22 installations d'une puissance totale de 12 035 chx. La Russie vient ensuite avec 16 usines de 12 700 chx; l'Angleterre en un même nombre de 9100 chx seulement; puis l'Allemagne possède 15 usines de 7685 chx; la Suisse 9 de 5850 chx; la France 2 avec 2182 chx, etc. Au cours de la discussion qui a suivi, le docteur Sumpner dit que dans la distribution de force motrice dans les usines il y a une plus grande économie de cuivre avec les courants polyphasés qu'avec le courant continu. M. Wilkinson aussi développe le bénéfice que l'on retire du système à courants polyphasés dans les travauxd es mines. Un autre orateur cite des exemples où le procédé par courant continu a été abandonné pour des moteurs polyphasés, comme, entre autres, aux docks d'Odessa où le gouvernement russe a décidé de remplacer le matériel à courant continu qui y fonctionnait par tout un ensemble à courants polyphasés. M. Vaudry de Birmingham n'est pas aussi enthousiaste et vante le moteur à courant continu; un désavantage des courants polyphasés dans les ateliers est le grand nombre de conducteurs exigés et bon nombre d'usiniers s'en plaignent Un autre orateur pense que l'on peut employer l'un et l'autre système et il compare, leur rendement, leur capacité de charge, etc.

***

L'énergie électrique dans les Indes. — Il y a, dans les Indes, un très vaste champ d'exploitation pour l'industrie électrique et nul doute que d'ici à quelques années il y aura rivalité sérieuse entre les ingénieurs qui voudront s'assurer encore des concessions. On constate déjà que les Anglais n'y sont pas les seuls à s'en occuper, car la concurrence américaine s'y fait sentir très vivement dans certaines régions. Cette remarque est spécialement applicable à un important projet qui a pour but

d'utilisation les chutes de Cauvery pour la transmission élecirique de l'énergie aux mines d'or dans le Mysore. Ces chutes, où la station génératrice va être construite, sont à 93 milles du centre des champs d'or de Kolar où l'énergie sera utilisée; 4000 chx seront distribués sur différentes machines pour l'exploitation des mines et la station génératrice comprendra 6 groupes de 1000 chx, chacun composés d'une turbine et d'une génératrice accouplés par arbre horizontal. Ce matériel sera fourni par la General Electric C° d'Amérique et une partie est déjà sur pied. Le courant sera produit sous 2200 volts tension qui sera élevée à 30 000 volts sur les câbles de transmission; aux mines, on la réduira à 4000 volts pour distribuer l'énergie au point d'application d'où elle sera employée à 150 et 200 volts selon les besoins. Les turbines sortent de la maison Escher et Wyss C° de Zurich.

Un autre projet qui a jadis excité un vif intérêt avait pour but l'utilisation des courants de la rivière Jhelum pour le fonctionnement du petit chemin de fer à voie étroite de 130 milles de long entre Jhelum et Serinagar. Une troisième proposition est relative à la captation de la rivière Sutley pour alimenter électriquement les chemins de fer de la vallée Kranga, du Nord-Ouest, et une partie de celui du Simla-Kalba; l'énergie serait transmise électriquement à Lahore et à Simla.

Dans quelques-unes des plus grandes villes indoues, comme Bombay, Calcutta, l'éclairage et la traction ont été concédés; la plus avancée de ces installations est celle de Calcutta. Les plus récentes nouvelles relatives à cette entreprise qui est dirigée par une compagnie anglaise (la Calcutta Electric supply Corporation) montrent que les demandes de courant pour ventilateurs sont plus considérables que pour l'éclairage; la grande chaleur nécessite l'emploi des ventilateurs mécaniques dans les quartiers européens. En fait, la Compagnie trouve que ses affaires sont suffisamment bonnes puisqu'elle vient d'acheter un stock de 1 000 ventillateurs électriques pour pouvoir répondre immédiatement aux demandes. On estime que le nombre de ces appareils fonctionnant dépasse 5000. L'année dernière le nombre totale des unités vendues étaient de 413 000. Sur ce nombre 213 000 étaient employées pour la force motrice et principalement appliquées à des ventilateurs. Cette année, la vente s'est accrue de 13 0/0. La station génératrice de Calcutta possède actuellement deux groupes de 60 chx., deux de 180 et deux de 360 chx, un troisième groupe de cette dernière puissance va être ajouté. En outre, on étudie actuellement de nouveaux plans pour l'installation de deux groupes Crompton-Belliss de 1 100 chx. élevant à 3 760 chevaux la puissance de station; quatre chaudières Babcok et Wilox de 400 chx chacune ont été établies et d'autres vont être ajoutées. Enfin une nouvelle station doit être élevée sur les rives de la Tollys Mullah; elle contiendra deux groupes de 60 chx. et deux groupes de 300 chx. pour commencer. Une partie des canalisations est aérienne et une partie souterraine. Il est intéressant de relever une difficulté que la Corporation a dû surmonter cette année. Dans le mois de septembre dernier, en une seule semaine, il est tombé une pluie telle qu'une partie de la ville était recouverte d'une nappe de 10 cent. d'eau; les conduites souterraines ont été fortement endommagées. Malgré les dépenses occasionnées, les affaires prospérant, on a pu payer un dividende raisonnable aux actionnaires.

***

Les Télégraphistes du Post Office. — Depuis quelques années, les employés télégraphistes du gouvernement anglais manifestent une vive désapprobation des mesures qui sont prises à leur égard. A leur entrée au service, on leur avait fait comprendre qu'ils pouvaient atteindre un traitement maximum dé 190 livres par an. Or, ils se plaignent qu'en réalité le traitement ne puisse guère s'élever à plus de 160 livres; car la dernière augmentation de 30 livres ne peut être seulement obtenue que par des vacances dans le personnel des anciens employés. Tous refusent d'accepter cette interprétation et démontrent que cette chance d'avancement est des plus aléatoires. Il y a donc grande agitation en ce moment dans le personnel qui organise un meeting de protestations afin de demander au gouvernement la nomination d'une Commission parlementaire qui réglerait leur situation une fois pour toutes.

***

Le chemin de fer électrique monorail Behr. — Il y a environ deux ans, l'attention de tout le public s'était concentrée sur le projet de construction d'un chemin de fer monorail, entre Liverpool et Manchester, deux des centres industriels les plus importants de l'Angleterre. L'année dernière, le projet fut examiné par une Commission parlementaire qui entendit des experts pour et contre, mais refusa éventuellement son approbation parce qu'elle n'était pas convaincue de la parfaite efficacité des freins pour la grande vitesse que l'on voudrait atteindre. Les promoteurs travaillèrent donc à chercher des moyens pour remédier aux défauts signalés et à ce sujet nous devons rappeler que dans les séances de septembre dernier à l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, des perfectionnements furent décrits à ce sujet dans des rapports présentés par M. Behr et sir W. Preece. Pendant ces dix derniers jours, le projet révisé a été examiné par une Commission et a réussi a franchir la période préliminaire où il était bloqué depuis l'année dernière; il sera maintenant soumis à l'approbation parlementaire. Il est intéressant d'indiquer brièvement les raisons qui ont réussi à le faire triompher. Les promoteurs assuraient qu'une vitesse de 110 milles à l'heure était très réalisable avec toute sécurité, le système des freins était efficace et il n'y avait aucun risque de déraillement ou de collision. M. Behr déclare que ses freins peuvent lui permettre d'arrêter un train sur 500 mètres à la vitesse de 110 milles (178 k à l'heure). Le courant d'alimentation avait une puissance de 1500 chx et la pleine vitesse pourrait être atteinte en 1,8 minute après le démarrage. Il y aurait un service toute les dix minutes à l'aide de voitures à 60 voyageurs. Les dépenses d'exploitation de la ligne électrique seraient de 8 pences par train mille. Le capital engagé serait de 2 800 000 livres. Il n'y aura pas de branchement entre les stations, car il faudrait diminuer par trop

la vitesse. C'est une ligne unique à train rapide et pas autre chose. M. Cooper déclare que dans le système monorail la résistance du vent est bien moindre que dans le système ordinaire; la distance séparant les deux voies doit être de 3,80 m. M. W. Galbraitts, après avoir détaillé les avantages du système Behr, déclare que la route choisie est absolument idéale pour cette expérience. M. Schelford, après essais réalisés sur un petit modèle, est d'avis que les trains monorails peuvent franchir des courbes avec la plus grande facilité. M. Gerard, ingénieur en chef des chemins de fer de l'État belge, détaille les expériences qui ont eu lieu à l'exposition de Bruxelles, en 1897. Il dit que le gouvernement belge a accepté le principe de système, mais qu'aucune décision définitive n'a été prise. Sir W. Preeces et sir F. Bramwell sont favorables au projet.

Quant aux objections et aux avis contraires, ce sont les suivants : M. Corbett, l'ingénieur municipal de Salford dit que l'on se propose de garder la ligne verticale dans les courbes et de se servir de la résistance des roues de guidage pour maintenir les voitures en position, mais, d'après lui, les efforts sur les roues et plus spécialement sur les bandages des roues de support sur le rail supérieur seront tels qu'il se produira nécessairement des déraillements ou des ruptures. Il considère comme absurdes les détails mécaniques de cette invention et c'est une fausseté d'assurer qu'un déraillement ne peut pas se produire. Sir Douglas Fox déclare que rien n'est moins sûr que le passage des courbes avec une voie ainsi construite; il y a un certain nombre de roues de différents diamètres tournant par suite à différentes vitesses, de là des vibrations et des chocs multipliés. Il envisage ce projet comme le plus mauvais de tous ceux qu'il a étudiés, et ce n'est d'ailleurs, dit-il, qu'une expérience et il serait fâcheux de la voir manquer, car cet échec pourra retarder l'application de l'énergie électrique à la traction à grande vitesse. Quant à l'arrêt, il ne pense pas qu'on puisse s'effectuer à moins d'un mille de longueur. Enfin, d'autres opinions qualifient le système Behr de jouet dangereux et de nouveauté folle. Le professeur Shor déclare ensuite que les moteurs proposés par M. Behr sont absolument incapables d'effectuer le travail qu'on leur demande. Chaque moteur d'après M. Behr doit être de 375 chx, mais pour atteindre 110 milles à l'heure, il faudrait 4 moteurs de 800 ou 900 chx et on en est loin. Il déclare que le projet tout entier est impraticable et digne d'un visionnaire; il retardera certainement les progrès de la traction électrique pour plusieurs années... En dépit de tous ces avis la Commission a approuvé ce projet.

***

Automobiles électriques anglaises. — La troisième exposition annuelle de l'Automobile club vient de se tenir à Londres. La proportion des véhicules électriques est faible, mais cependant plus élevée qu'aux précédentes expositions. La voiturette électrique « Brighton », munie de 2 moteurs Joël de 2 chx avec 36 éléments Rosenthal, est exposée par le Syndicat national Motor Carriage. Cette voiture a souvent fourni la course de 53 milles entre Londres et Brighton. Son poids total est de 863 kg; cette mêmes compagnie expose également un coupé électrique. M. Carl Oppermann expose une victoria à moteur Oppermann de 3 chx: son poids total est de 913 kg. La Compagnie City and Suburban Electric Carriage a aussi une victoria à 2 places, un petit landau pour 6 et un omnibus à 15 places. La Compagnie Canadian Electric Vehicle possède le Stand le plus nombreux; elle y expose une victoria électrique avec batterie « Idéal » et un moteur Still; un dogcart à 4 places extrêmement puissant avec un moteur duplex de 6 chx et 80 éléments « Idéal »; un phaéton construit en Angleterre; un vis-à-vis et un autre phaéton « Standard » pourvu d'un moteur de 4 chx. La Compagnie Electrical Vehicle expose deux chariots capables de couvrir 40 milles et une victoria avec caisse interchangeable.

***

Les brevets Castner-Kellner. — Le procès Atkin et Applegarth contre la compagnie Castner-Kellnea vient d'être jugé; il a été déclaré qu'il n'y avait pas violation de brevet et les plaignants ont été par suite renvoyées des fins de la demande.

***

Lampe à arc pour éclairage public en Angleterre. — Le rapport annuel de l'ingénieur-électricien municipal de Londres (M. Voysey) montre que, pendant l'année dernière, le nombre des accidents survenus aux lampes à arc des rues de la Compagnie City of London a été très élevé et a causé l'extinction momentanée d'un très grand nombre de ces lampes. Si l'on prend cependant le total des périodes d'extinction comme point de comparaison, il y a progrès sur les années précédentes. Le nombre des interruptions a été de 817 au lieu de 582 en 1899.

***

Les tramways électriques de Newport. — La municipalité de Newport, qui possède déjà une station d'éclairage électrique en service, s'occupe de l'installation d'un réseau de tramways électriques et vient de décider que la station de traction sera distincte de la première; elle contiendra d'abord deux groupes électrogènes de 500 kw.

***

Distribution électrique de la force motrice en Angleterre. — Une intéressante installation de force motrice électrique vient justement de s'achever dans les grandes usines de MM. Palmers, les grands constructeurs de Jarrow. Deux groupes de 750 kw à courants triphasés sous 440 volts distribuent l'énergie à un grand nombre de moteurs disséminés dans les divers services. MM. Clarke, Chapmann et Cᵉ et la Compagnie Westinghouse ont établi ce matériel, et c'est un des plus considérables que l'on ait vu en Angleterre.

Le Conseil de Comté de Londres semble très désireux d'empêcher des compagnies de distribution de venir s'installer dans les districts de Londres, car cette semaine, il a tenu une réunion à laquelle étaient convoquées toutes les différentes autorités locales des districts de Londres, afin d'examiner la possibilité d'entreprendre la génération

et la distribution totale de l'énergie nécessaire aux municipalités ou d'acheter les installations existantes appartenant à des compagnies d'éclairage.

Le projet de distribution du Yorskire et ceux de la vallée de la Clyde et du Derbyshire et de Nottingham ont été examinés par les commissions parlementaires cette semaine. Les installations de la Clyde et du Derbyshire ont été approuvées, celui de la Compagnie Caledonian dont nous avons parlé dernièrement a été rejeté.

BIBLIOGRAPHIE

Les Idées et les Livres. (*Annales de Bibliographie critique, histoire, littérature, sciences*). Revue mensuelle, un an : 6 fr. — Paris, 83, rue des Saints-Pères.

Elles ne sont pas nombreuses, les revues bibliographiques qui contiennent non pas l'annonce sèche et brutale du nouveau livre en vente mais le compte-rendu détaillé, l'analyse scrupuleuse et impartiale de l'ouvrage qui apparait, nouvellement publié, à l'horizon si chargé à notre époque des lettres et des sciences. La revue que nous signalons aujourd'hui est d'une rareté dans le monde bibliograhique; ses 32 pages in 8° comprennent un choix fort judicieux des principales nouveautés littéraires et scientifiques du mois qui sont disséquées par des compétences autorisées et par des spécialistes; ce sont, on pourrait le dire, des études critiques qui, ayant une valeur personnelle, renseignent exactement le lecteur sur l'ouvrage analysé. L'électricité, bien entendu, n'y est pas oubliée et y figure en bonne page. Un sommaire des revues les plus en renom fournit en outre des renseignements utiles et termine à merveille chaque numéro de ces *Annales*; nous voudrions toutefois ce sommaire plus étendu et plus complet. Ajoutons que les noms et qualités des collaborateurs, professeurs, archivistes, bibliothécaires, médecins et électriciens sont une garantie de l'impartialité qui se trahit d'ailleurs dans les premiers comptes-rendus que nous avons sous les yeux. G.

CHRONIQUE

Le sous-marin italien.

On pourrait commencer à croire que la prochaine guerre maritime comptera de nombreux combats entre deux eaux, en constatant que de tous côtés les constructions navales s'occupent de lancer et d'essayer des torpilleurs sous-marins. Aujourd'hui c'est au tour de l'Italie qui, mécontente de son premier modèle, le *Pullino*, procède à des expériences suivies avec son second type le *Delfino*, construit d'ailleurs d'après les plans du même inventeur, M. Pullino, directeur des constructions navales à la Spezzia. Le *Delfino* est du genre *Gymnote* et *Gustave-Zédé*, il est pourvu d'un seul moteur électrique de 150 chx, alimenté par des accumulateurs Julien. Son rayon d'action ne peut donc se comparer à ceux des types submersibles mixtes comme le *Narval* et le *Holland*. Il mesure 1 m de long et déplace 105 tonnes. Sa vitesse peu considérable est de 10 nœuds à la surface et de 6 pendant l'immersion. D.

La télégraphie dans l'Afrique centrale.

Depuis le mois de septembre dernier, la ligne télégraphique reliant Brazzaville, Loango et la côte est terminée, ce qui donne une communication directe avec Libreville, point d'atterrissement de l'un des câbles anglais de l'Atlantique. D'autre part, on pose actuellement, entre Brazzaville et Stanley Pool, un câble qui ira se souder au réseau de l'Etat du Congo et qui se prolongera jusqu'au lac Tanganyika où il rejoindra le réseau de l'Est Africain allemand. — G.

CORRESPONDANCE

Paris, le 28 mai 1901.

Monsieur le rédacteur en chef de l'*Electricien*.

Je viens de lire, dans l'*Electricien* du 25 courant, la description du nouveau galvanomètre de M. P. Weiss. Comme le fait remarquer l'inventeur, dans sa note à l'Académie des sciences, cet intéressant instrument permet de réaliser des voltmètres et ampèremètres à cadre mobile, dont les indications sont indépendantes de l'intensité du champ de leur aimant permanent.

Il sera peut-être bon, tout au moins au point de vue historique, de vous signaler que j'ai réalisé fin 1893, une disposition identique à celle décrite par M. P. Weiss.

J'avais employé tout d'abord un cadre mobile solidaire d'une palette en fer doux assez petite pour qu'elle se maintienne pratiquement saturée. Dans la suite, je me suis contenté de recouvrir le cadre mobile d'une simple spire en fil de fer de 0,2 mm de diamètre.

Les excellents résultats obtenus par la maison Bardon, avec un appareil d'essai, l'engagèrent à faire breveter ce dispositif (brevet, n° 240.192 du 20 juillet 1894). Il était spécifié que le champ du même aimant devait servir pour concourir à la production des couples, moteur et résistant, et que ces couples, bien que pouvant varier en valeur absolue avec le champ de l'aimant, permettaient d'obtenir une graduation invariable, celle-ci n'étant intéressée que par leur différence.

On trouve également dans l'*Eclairage électrique* du 13 avril 1895, page 72, la description d'un ampèremètre Nalder, dans lequel la même propriété est utilisée; il n'est pas fait mention de la date du brevet pris par l'inventeur anglais et j'ignore, par suite, à qui revient réellement la priorité.

Veuillez agréer...

M. Aliamet.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. de Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés-S.-Jacques

LA TRACTION TANGENTIELLE

On s'occupe beaucoup, en Belgique, d'un système nouveau et extrêmement original de traction des véhicules, dû à deux jeunes inventeurs de la Société « Electricité et Hydraulique » de Charleroi, MM. Rosenfeld et Zelenay.

On sait que les modes actuels de traction des véhicules mettent à contribution l'adhérence de roues motrices aux rails, ce qui limite rapidement la puissance utile dont on peut disposer et lui donne au surplus un certain caractère d'instabilité, en raison des variations du coefficient d'adhérence avec l'état de propreté des rails. En outre, les mouvements rotatifs des organes des moteurs usuels rendent tout à fait impossibles les vitesses de 150 à 200 km à l'heure.

Les caractéristiques du système dont nous nous occupons sont précisément inverses : l'adhérence n'est plus en jeu, le ou les véhicules étant tirés par un véritable *crochet magnétique mobile;* ce système ne peut donner de résultats économiques qu'aux très grandes vitesses de 150, 200 et même 300 km à l'heure.

C'est aux courants polyphasés, en l'espèce triphasés, que les inventeurs recourent.

Dans un moteur à courants polyphasés simple, l'enroulement inducteur fixe ou *stator*, provoque la naissance d'un champ magnétique tournant. On démontre aisément que les barreaux de l'induit en cage d'écureuil du *rotor* placé dans le champ, étant coupés par les lignes de force tournantes, sont le siège de courants polyphasés. Ils donnent à leur tour naissance à un champ qui, réagissant sur le précédent, produit le couple moteur entraînant l'induit.

MM. Rosenfeld et Zelenay déroulent à fleur de voie le stator; ils déroulent de même suivant un plan le rotor, porté sur un petit véhicule à la distance de 10 à 12 mm du stator et, de la réaction des deux champs magnétiques mobiles suivant l'axe de la voie, naît un couple moteur. Le véhicule du propulseur est tiré par les lignes de force émanant du stator, mode de traction élégant s'il en fut.

L'ensemble du système est donc en saillie sur le niveau du ballast et comprend quatre rails, deux du type normal portant les véhicules et deux rails légers remplissant le double rôle de porteurs du propulseur et de conducteurs des courants qui distribuent dans les enroulements les courants triphasés sous 5000 volts. Les feeders, sous ce voltage, viennent de transformateurs statiques alimentés à 15 000 volts par la station génératrice.

* * *

Cette application hardie, qui sort tout à fait des sentiers battus, a été défendue dans de nombreuses conférences par M. Dulait, administrateur-délégué de la société qui préconise le système. Elle a donné lieu à un certain nombre d'objections auxquelles les inventeurs ont, en général, répondu assez heureusement semble-t-il, et dont nous allons examiner rapidement les principales.

L'entrefer de 12 mm, que les ingénieurs des chemins de fer déclarent suffisant au point de vue de la sécurité du roulement, paraît énorme aux yeux des électriciens, et il l'est en effet. Mais, par une grande exagération des expansions polaires, les inventeurs sont arrivés à en atténuer les effets nuisibles. A titre démonstratif, ils ont construit un moteur triphasé asynchrone de 150 kw dont l'entrefer mesure 10 mm et qui a fourni le rendement tout à fait inattendu de 84 à 87 0/0.

Le coût d'établissement d'une voie blindée de bobines, c'est-à-dire de fer et de cuivre, substances coûteuses, doit être excessif; en outre, la dépense d'énergie sera exagérée et perdue en grande partie, étant donné que les propulseurs ne couvriront qu'une très faible partie de la voie.

Pour parer à ces objections économiques importantes, les inventeurs n'établissent l'enroulement inducteur que sur un cinquième de la surface totale de la voie. Un propulseur recouvre toujours au moins une section inductrice et son mouvement même envoie le courant dans l'enroulement recouvert; il le supprime dès qu'il l'a dépassé. La dépense d'énergie est ainsi strictement limitée au nécessaire, tandis que la dépense de premier établissement est réduite autant que possible.

Le coût de la traction à ces grandes vitesses augmente dans de grandes proportions; aussi peut-on se demander si le bénéfice de temps réalisé compensera la majoration de prix du transport.

D'autres objections théoriques nombreuses viennent à l'esprit. Mais, comme les promoteurs vont équiper 1 km de voie normale pour vérifier leurs supputations et espérances, attendons que la souveraine expérience ait décidé de la praticabilité de leur dispositif.

En tous cas, il est neuf, intéressant, hardi; s'il réussit, un pas énorme, aussi grand que celui qui sépare la traction chevaline de la traction électrique, aura été accompli.

E. Piérard.

LES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES SOUTERRAINS DE LONDRES

En ce moment, il y a peu de travaux qui attirent à Londres autant l'attention du public que les projets de construction des nouvelles lignes de chemins de fer électriques souterrains qui doivent desservir la cité et les districts suburbains. Certainement des échos de ce que appelons ici le *problème du domicile* sont parvenus jusqu'en France. Or l'état actuel d'encombrement des districts qui limitent la cité rend absolument indispensable tout moyen immédiat qui remédiera à cette « congestion » d'ordre particulier. Les autorités municipales de quelques-uns de ces districts ont pensé pouvoir résoudre le problème sans beaucoup de frais d'imagination par la réalisation des anciens procédés et l'édification de cités ouvrières modernes qui contiendraient des séries d'appartements à bas prix. Mais il a été démontré de plus en plus clairement que ce procédé ne résolvait rien et avait le défaut d'exiger encore une dépense très considérable. Au contraire, on s'est aperçu que, de jour en jour, le besoin des communications par tramways et chemins de fer augmentait, et qu'il représentait le seul moyen pratique et effectif de disperser toutes ces agglomérations. Les tramways électriques et les chemins de fer électriques souterrains sont donc les bienvenus et, rayonnant dans toutes les directions à grande vitesse, ils assurent un service à bon marché, facile, qui convient à merveille à toutes les classes de travailleurs qui ont besoin de parcourir des distances considérables pour aller et venir le matin et le soir.

Si l'on jette un coup d'œil sur une carte où sont tracées les lignes électriques en exploitation dans Londres, celles qui sont en construction, la douzaine d'autres lignes qui, actuellement, sont tracées et attendent la sanction parlementaire, si à toutes ces lignes on ajoute les cent et quelques milles de voies de tramways électriques qui vont être établis par le Conseil du Comté et cent autres milles par les compagnies privées, il sera alors facile de conclure que le problème de la décentralisation de Londres est bien près de sa solution, si l'on admet, bien entendu, que les projets à l'étude soient tous réalisés. On sait que, généralement, lors de l'exploitation d'une nouvelle ligne, la population tend à se distribuer d'elle-même sur le parcours; l'expérience faite en Amérique et en Angleterre le prouve amplement. Cet effet se produira donc certainement pour les classes des travailleurs qui, principalement, se dissémineront le long des nouvelles lignes de chemins de fer et de tramways.

Nous n'avons pas besoin d'entrer dans des détails de description pour les trois lignes de chemin de fer qui sont en exploitation régulière, c'est-à-dire : 1° celle de City and South London, ouverte en 1890 et qui, prolongée depuis, sera bientôt achevée à partir de Clapham, dans le district sud-est, jusqu'à Islington, dans le district du nord;

2° Le Central London, qui part du centre du réseau et court dans une direction ouest sur une distance de 6 milles;

3° Le Waterloo and City, qui réunit les deux lignes précédentes à la Banque et traverse les dessous de la Tamise pour aboutir à la station de Waterloo.

Chacune de ces lignes est très fréquentée et remplit absolument le rôle qu'on lui a destiné.

Les nouvelles lignes qui sont en construction sont :

(a) Le chemin de fer Great Northern and City, qui part de la cité pour aller dans la banlieue nord, au district de Finsbury Park;

(b) La ligne de la rue Baker (ouest) à Waterloo;

(c) Le chemin de fer Charing Cross, Euston et Hampstead, récemment lancé par des financiers américains.

La grande difficulté connexe à toutes ces entreprises et qui a été étudiée depuis plus de six mois est relative aux vibrations communiquées aux bâtiments contigus. L'incertitude a été grande et l'on attendait, pour avoir une opinion décisive, l'exploitation de la ligne Central London, qui tenait par suite les autres projets en suspens. On doit se rappeler cependant que, lorsque les rapports soulevèrent cette question des vibrations et des dommages causés aux habitations, on pensa à nommer une commission parlementaire pour examiner l'ensemble des difficultés à surmonter. La profondeur des tunnels est d'environ 18,30 m à partir de la

surface du sol, et les ingénieurs prétendaient que le fonctionnement des trains ne pouvait provoquer de vibrations dommageables; la Commission au contraire se déclara pour l'affirmative. Le grand poids des locomotives électriques semble évidemment se relier très intimement aux vibrations ressenties, mais le remède est facile à trouver. Le rapport s'exprime d'ailleurs comme il suit :

La Commission a pu constater par elle-même que de sérieuses vibrations se font sentir dans la plupart des maisons situées le long du parcours du Central London Railway et que ces vibrations proviennent principalement de deux circonstances, à savoir : 1° les grandes dimensions et poids des locomotives non soutenues par des ressorts; 2° le manque de rigidité des rails. Un nouveau type de locomotive dans lequel on évite le reproche ci-dessus a été commandé par la Compagnie et sera essayé dans quelques mois; d'autre part, les ingénieurs de la dite Compagnie ont entrepris d'éviter les autres défauts en modifiant les rails. Quand les résultats de ces essais seront connus, la commission pourra alors se faire une opinion définitive qu'elle ne peut avoir actuellement avec le matériel du Central London Railway et ces modifications devront, en cas d'affirmative, être adoptées sur les nouvelles lignes; elle croit d'ailleurs qu'avec les chemins de fer tubulaires actuellement en construction, ces craintes de vibrations seront amoindries, mais, en tout cas, sa décision ne sera prise qu'après des expériences ultérieurement réalisées.

Avant de quitter la ligne du Central London, nous devons mentionner une modification importante qui occupe actuellement l'attention d'une Commission parlementaire. Aujourd'hui, bien que la Compagnie desserve la ligne avec des trains très fréquents, elle ne peut parvenir à supporter le trafic du matin et du soir. Des trains contenant 350 personnes en portent souvent 500. Quand la ligne fut inaugurée, on avait organisé un service de trains toutes les 3 minutes; ce service fut augmenté et comprenait un train toutes les 2,5 minutes. Ce ne fut pas suffisant. L'administration a donc l'intention de fermer sa ligne en boucle de telle sorte que les trains, courant toujours dans un cercle, pourront encore augmenter le trafic et fournir, avec un service de 2 en 2 minutes, 70 trains supplémentaires par jour. La boucle que l'on se propose d'établir viendra desservir un quartier des plus affairés de la Cité et touchera presque la station terminus de la Compagnie du Great Northern-Railway, où un énorme trafic s'effectue chaque matin avec les banlieues et comtés de l'est. L'idée de la Compagnie Central London était d'avoir une station construite immédiatement en dessous du terminus de la rue Liverpool, mais ce projet a été modifié à cause du chemin de fer Great Eastern, qui lui-même doit établir une station en ce point d'où rayonneront des lignes souterraines exploitées électriquement en desservant la banlieue.

La question des vibrations et des dommages causés a produit un effet particulier sur les promoteurs des nouvelles lignes qui ont alors modifié dès maintenant la largeur des tunnels et les dimensions des locomotives. Le chemin de fer Charing Cross et Hampstead devait avoir des tunnels de 3,50 m de diamètre, mais on a trouvé préférable de porter leur diamètre à 4 m. Ceci a permis à la compagnie de supprimer les locomotives électriques et d'appliquer des moteurs électriques sur les essieux des voitures même, d'après le système à unités multiples.

La ligne Great Northern and City est établie également avec de très grands tunnels; elle devait avoir tout d'abord des locomotives électriques, mais la suite des événements, à l'exemple du Central London, a amené les directeurs à adopter les unités multiples et à abandonner les locomotives.

Le chemin de fer électrique City and North Eastern Suburban comportera, s'il est approuvé, 4 milles de tunnel et 10 milles de voies découvertes. La partie en tunnel sera dans Londres à partir de la Cité, l'autre partie comprendra la distance d'entre Londres et Waltham Abbey.

D'autres projets variés sont actuellement soumis à l'examen de commissions. Réunis, ils comprennent environ 100 milles de voie et nécessiteront cinq groupes différents de tunnels; mais il ne paraît pas très probable que tous soient acceptés sans modifications.

A. H. B.

TRANSPORT ÉLECTRIQUE D'ÉNERGIE

DE LA SOCIÉTÉ ARDOISIÈRE DE L'ANJOU

(*Suite*) (1).

Travail de l'ardoise. — Pour terminer les notions générales relatives au travail de l'ardoise, nous dirons un mot de la fabrication même. Les

(1) Voir l'*Électricien*, n° 545, 8 juin 1901, p. 353.



ouvriers du fond, mineurs ou fonceurs, font partie du personnel de la société et sont astreints aux réglementations ordinaires d'atelier régulier. Leur travail consiste dans l'établissement des galeries et dans l'abatage.

Le schiste, amené au jour, est débité d'une façon

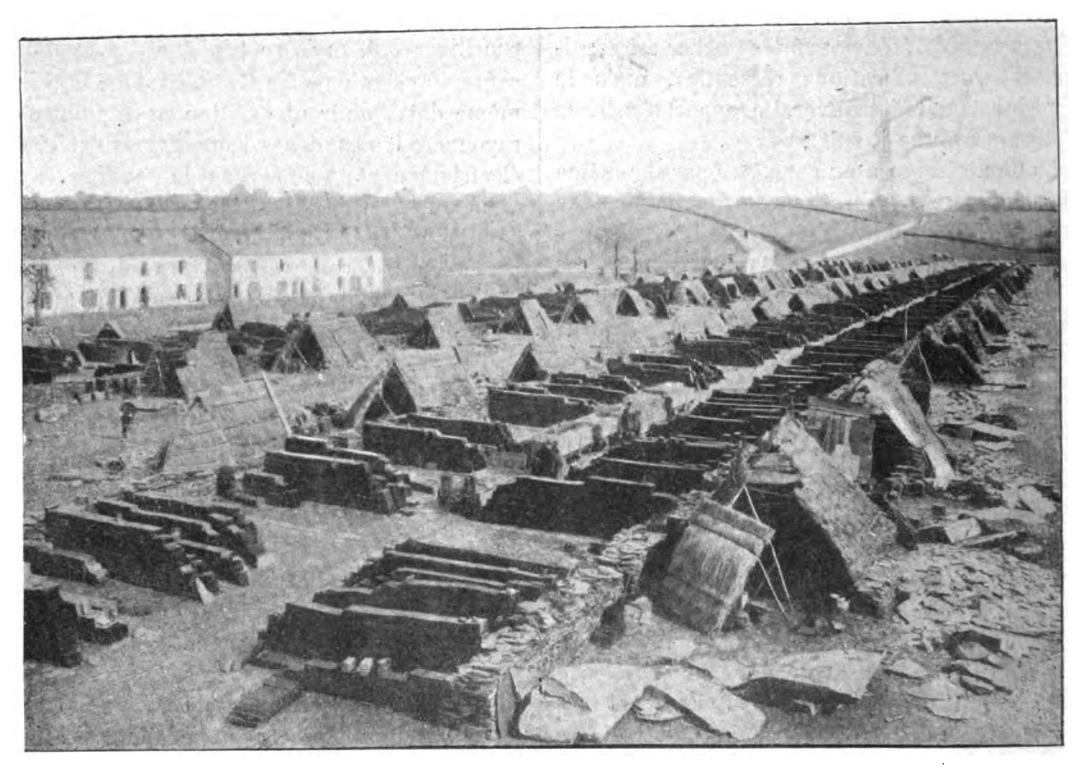


Fig. 14. — Installation d'une butte.

toute spéciale et même bien caractéristique d'habitudes de travail encore d'un autre âge.

La matière est confiée à des entrepreneurs ou



Fig. 15. — Querneur.

tâcherons, absolument indépendants de la société. Ils forment, par une entente invariable, une sorte de corporation locale jouissant de privilèges extraordinaires. Travaillant suivant leur gré, avec des moyens absolument personnels, ne formant que des apprentis de leur choix, les ardoisiers, évitant de répandre leurs traditions, exercent, en fait, un véritable monopole. Leur rôle consiste à débiter judicieusement les blocs; à cet égard ,ils font preuve de remarquables qualités d'adresse et d'instinct. Qu'ils soient *querneurs*, c'est-à-dire chargés de fractionner les gros blocs à l'aide de coins, ou *fendeurs*, c'est-à-dire chargés de débiter les blocs en feuillets minces, ou *rondisseurs* chargés de finir les pièces, leur *tour de main* est extraordinaire.

Mais si l'observateur peut être charmé par le pittoresque de leurs installations sur la « butte » de la mine où s'alignent les « tue-vent ou paillottes » qui les protègent contre les ardeurs du soleil et contre les âpretés de la bise; si la dextérité avec laquelle ils règlent l'épaisseur des feuillets et la sûreté de coup d'œil qui leur fait choisir l'endroit propice pour placer le coin, peuvent émerveiller, il est permis de se demander si le caractère fantaisiste qui règle leur production peut ou pourra encore s'accorder longtemps avec l'organisation régulière d'une exploitation.

En fait les tâcherons de la surface, querneurs, fendeurs et rondisseurs, dont les figures 14, 15, 16, 17, représentent les installations, entravent très souvent la marche régulière des travaux

par l'irrégularité de leur production. Il va sans dire que leur rôle étant de pure main-d'œuvre, le jugement plus ou moins exact de l'ouvrier contribue dans une grande proportion au rendement en



Fig. 16. — Fendeur.



Fig. 17. — Rondisseur.

en matière utile qui n'est guère, en moyenne, de plus de 15 0/0 du schiste abattu.

Donnons, a propos de la fabrication des ardoises, un renseignement utile concernant leur qualité.



Il résulte d'expériences répétées : 1° que des ardoises de Renazé de 0,250 m × 0,250 m chargées directement sur une surface égale à 1 dm² et reposant par leurs quatre côtés sur un cadre de 1 cm environ, ont supporté :

avec 1 mm d'épaisseur. . . .		13 kg
2	— . . .	35
3	— . . .	58

2° Que chargées de même, mais reposant seulement sur deux côtés, elles ont supporté :

Avec 6 mm d'épaisseur, 170 kg.

La densité de ces ardoises est d'environ 2,3.

Les procédés perfectionnés d'exploitation que nous venons d'esquisser n'ont commencé à se répandre que depuis quelques années, à la suite principalement des études de M. Ichon, ingénieur au corps des mines. C'est grâce certainement à son initiative que l'industrie ardoisière, jadis encore plus meurtrière que les houillères les plus grisouteuses, est entrée dans une voie humanitaire où le progrès économique a en même temps trouvé son compte. Mais aussi c'est à la Société ardoisière de l'Anjou que revient, depuis quatre ans, l'initiative de l'application des nouveaux procédés et l'emploi d'un matériel plus moderne. Grâce aux idées éclairées des ingénieurs qui ont la direction de cette société, les procédés mécaniques, soit à l'aide de l'air comprimé, soit à l'aide de l'électricité, ont fait leur apparition au fond de la mine pour suppléer à la main-d'œuvre humaine dans tous les dangereux travaux de perforation et de manœuvre.

Matériel de la Société ardoisière de l'Anjou. — La société, qui possède 8 puits en activité de service et 2 en creusement, emploie actuellement le matériel suivant :

23 machines à vapeur représentant une puissance totale de 1 200 chx;

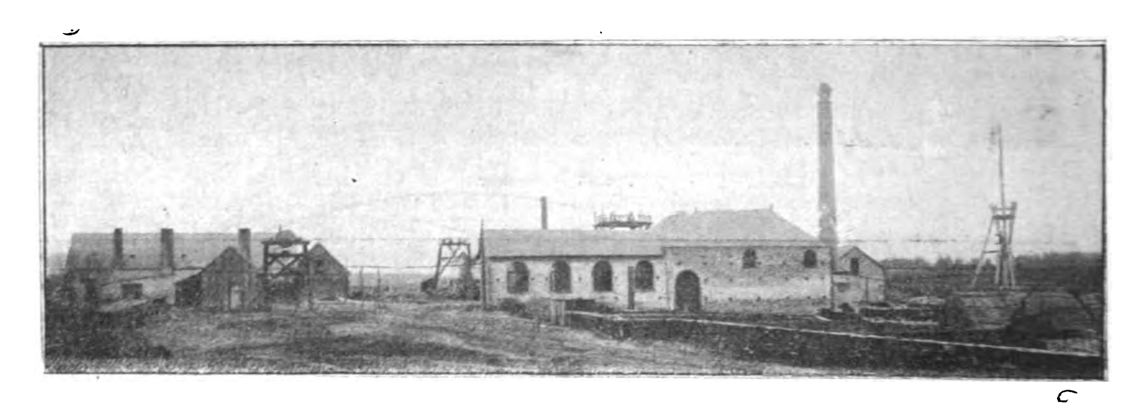


Fig. 18. — Usines de Trélazé.

2 compresseurs d'air alimentant des bosseyeuses Dubois-François et des perforatrices Burton;

4 pompes à vapeur;

1 atelier de construction mécanique et d'entretien;

L'ensemble du matériel électrique comprend :

21 dynamos à courant continu pour certains éclairages;

1 dynamo à courant alternatif simple;

3 dynamos ou groupes électrogènes à courants alternatifs polyphasés;

La puissance totale des génératrices est de 400 kilowatts; elles alimentent, en dehors de l'éclairage de la surface et des fonds, 55 moteurs électriques représentant une puissance totale de 330 chx.

Les moteurs électriques actionnent :

6 pompes électriques;

2 ventilateurs électriques;

42 treuils.

Nous allons examiner maintenant les dispositions prises pour l'emploi du matériel électrique et ses particularités.

Installations électriques. — L'énergie électrique est produite dans deux stations centrales. L'une, établie il y a à peine trois ans, au siège de Trélazé, comporte un moteur à vapeur Piguet de 150 chevaux à condensation entraînant par courroie un alternateur homopolaire triphasé Lombard Gérin de 70 kilowatts pour cosinus $\varphi = 1$ à une vitesse angulaire de 500 t : m, à la fréquence de 42 périodes par seconde; l'excitation est fournie par une dynamo tétrapolaire montée directement sur l'arbre de l'alternateur.

Une installation identique a été réalisée à Misengrain et fonctionne jour et nuit. La figure 18 donne une vue d'ensemble de l'installation pour laquelle nous n'insisterons pas sur les détails.

A la suite de ces installations d'essai, la Société ardoisière de l'Anjou décida, bien éclairée sur les besoins de son application, de généraliser le système et créa une nouvelle station centrale pour son centre de Renazé.

La construction du matériel générateur et des moteurs fut définitivement confiée à la maison Breguet; c'est cette installation récente que nous allons décrire en détail.

(A suivre.) E.-J. Brunswick.



ÉTUDE DE LA TRANSMISSION DES ONDES

PAR LES CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

(*Suite*) (1).

II. — Abordons maintenant la partie du Mémoire dans laquelle le docteur Pupin expose, après la théorie générale de son système, les expériences et les calculs qui lui ont permis de déterminer les règles auxquelles est soumise l'application pratique de ce système.

Dans la figure 8, E est un alternateur et F un appareil récepteur, téléphonique par exemple. L_1, L_2, etc... sont des petites bobines enroulées sur bois et ne présentant pas de fer. Chaque bobine a une self-inductance d'environ 0,0125 henry et une résistance de 2,5 ohms.

Dans la figure 8, ces bobines sont insérées, ainsi qu'on le voit, sur la ligne reliant l'alternateur E au récepteur F. L'appareil employé pour les essais comportait 400 de ces bobines. C_1 C_2, C_{n-1} représentent des petits condensateurs en dérivation sur la ligne.

Dans la figure 9, les condensateurs relient la ligne à la terre G. La capacité de chaque condensateur était voisine de 0,025 microfarad. La théorie mathématique de la propagation du courant alternatif dans un tel conducteur à faible vitesse de propagation est donnée dans le second chapitre du Mémoire. Elle est, croyons-nous, entièrement nouvelle; son objet principal était de trouver à quel point un conducteur de cette nature pouvait réaliser les mêmes conditions qu'une ligne téléphonique ordinaire à inductance, capacité et résistance uniformément distribuées. La théorie donnée résout entièrement ce problème : jusqu'à une fréquence de 1 000 périodes par seconde, elle montre qu'une telle ligne se comporte dans les mêmes conditions qu'une ligne à inductance uniforme de 0,005 henry, de résistance de 1 ohm et de capacité de 0,01 microfarad. Même pour une fréquence de 3 500 périodes par seconde, un tel conducteur reste approximativement équivalent à une ligne ordinaire à éléments uniformément répartis, l'approximation étant de l'ordre des erreurs d'expérience (évaluée par Pupin à 1 ou 2 0/0). L'analogie est pratiquement parfaite pour toutes les fréquences qui présentent quelque intérêt en transmission téléphonique. Une ligne à grande inductance et à haut potentiel a, non seulement l'avantage d'offrir une faible atténuation, mais encore présente une faible distorsion, dans ce sens que toutes les fréquences existant dans la voix humaine sont réduites au même degré : elles sont donc pratiquement exemptes de toute altération.

Des expériences, l'auteur dégage la règle générale suivante :

Si n est le nombre de bobines par longueur d'onde, le conducteur à faible vitesse de propagation sera, pour cette longueur d'onde, l'équivalent d'une ligne téléphonique ordinaire, si on peut considérer comme équivalents :

$$\text{Sin.}\ \frac{\pi}{n} \text{ et } \frac{\pi}{n}$$

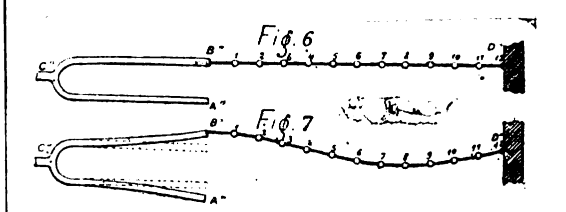
Ainsi, par exemple, quand $n = 16$

$$\text{Sin.}\ \frac{\pi}{16} = 0{,}196$$

$$\text{Sin.}\ \frac{\pi}{16} = 0{,}196 - 0{,}00122$$

donc sinus $\frac{\pi}{16}$ diffère de $\frac{\pi}{16}$ d'à peu près 2/3de 1 0/0.

Le docteur Pupin donne encore un autre énoncé à cette loi, après avoir défini un terme technique nouveau et commode dont il fait ample usage dans la suite; c'est la *distance angulaire* de deux points : on peut dire que deux points séparés par une longueur d'onde ont une distance



angulaire de 2π. Si la distance linéaire des deux points est de $\frac{\lambda}{n}$, λ étant la longueur d'onde, leur distance angulaire sera $\frac{2\pi}{n}$, de sorte que la règle donnée plus haut est susceptible d'être énoncée comme suit : un conducteur à faible vitesse de propagation équivaut à un conducteur ordinaire uniforme avec un degré d'approximation mesuré par le rapport de la moitié de la distance angulaire des bobines entre elles à son sinus.

Passons maintenant à un second type de conducteur à faible vitesse de propagation mieux adapté aux usages pratiques pour l'atténuation des ondes électriques, nous l'appelons « conducteur à réactance ». Dans la figure 10, H est le transmetteur d'une longue ligne électrique. Aux points 1, 2..... 10, 11, 12 sont introduites des bobines égales, en série avec la ligne et à égale distance les unes des autres. Cette identité de bobines et de distance n'est pas absolument nécessaire, mais elle est préférable.

Ce second type de conducteur diffère du premier en ce qu'il offre une capacité distribuée et non plus accumulée, et qu'il en est de même de son inductance et de sa résistance : ce second type est beaucoup plus près que le premier de réaliser le conducteur uniforme ordinaire. On peut donc en

(1) Voir *l'Électricien*, 1901, 1er semestre, p. 338.

conclure que dans le cas où le premier type se comporte comme un conducteur ordinaire, le second se comportera mieux encore, ce qui a lieu quand la valeur de la moitié de la distance angulaire entre deux bobines consécutives est très voisine de son sinus. L'expérience a permis de vérifier l'exactitude de cette règle.

Dans la figure 10, l'alternateur H produit une force électromotrice harmonique simple. Un des pôles de l'alternateur est mis à la terre, l'autre pôle est relié à un conducteur, qui porte en série des bobines égales à égale distance 1, 2 ..... 10, 11, 12. Supposons maintenant que la force électromotrice produite par l'alternateur développe dans la ligne une vibration électrique de telle longueur d'onde que les 2/3 de celle-ci soit équivalente à la longueur de la ligne ou à une longueur plus grande, la loi du courant dans ce conducteur sera la même que la loi de vibration du fil chargé, et quelques expériences avec celui-ci établissent l'analogie et permettent même une étude facile des lois de transmission du courant. Ce conducteur équivaut à un conducteur uniforme de même inductance, même capacité et résistance par unité de longueur, quand la demi-distance entre deux bobines successives est approximativement égale à son sinus. Un tel conducteur offre donc une faible atténuation et une distorsion semblable si sa réactance par unité de longueur est égale par rapport à sa résistance. Cette condition est facile à réaliser avec des conducteurs ainsi constitués, quand les sources de réactance rentrant dans leur composition sont de simples bobines. Il convient de les faire sans noyau magnétique pour éviter l'hystérésis, les courants de Foucault et la distorsion, et on y arrive dans chaque cas sans donner trop de volume ou trop de résistance ohmique à ces bobines. Si des raisons spéciales commandent l'emploi de bobines de faibles dimensions, on peut employer le fer ou mieux l'acier doux en maintenant l'induction aussi faible que possible. Pour la téléphonie, la distance angulaire entre deux bobines successives doit satisfaire à la condition énoncée ci-dessus pour la valeur la plus élevée de la fréquence.

III. — Applications.

Télégraphie. — Téléphonie et transmissions sous-marines.

Pour préciser l'application de ces règles en pratique, traitons les deux cas particuliers suivants :

Supposons que l'on désire communiquer téléphoniquement sur une ligne aérienne de 3000 milles de longueur : on désire que le facteur d'atténuation ne soit pas supérieur à celui des meilleures lignes New-York-Chicago, c'est-à-dire, déperdition mise à part, environ $e^{-1,5}$ pour la fréquence la plus élevée de la parole, soit environ 1500 périodes par seconde.

Proposons-nous d'établir les conditions qui réaliseront un facteur d'atténuation de $e^{-1,5}$ sur une ligne de 3000 milles.

Soit : β = la constante d'atténuation,
l = la distance = 3000 milles,
$e^{-3000\,\beta}$ = le facteur d'atténuation = $e^{-1,5}$,
alors : $3000\,\beta = 1,5$.

Employons un fil de cuivre d'une résistance de 4 ohms par mille, et supposons que la résistance ajoutée par l'introduction des bobines d'inductance soit de 0,6 ohm, la résistance totale par mille devient donc 4,6 ohms. Quand la réactance par mille est assez grande par rapport à la résistance, la constante d'atténuation est donnée par la formule simplifiée suivante :

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Elle montre que β est indépendant de la fréquence et par conséquent le conducteur à réactance est sans distorsion. Le fil de 4 ohms employé pour la ligne, monté sur poteaux à la façon des lignes américaines, offre une capacité égale à $c = 0,1$ microfarad par mille. L'inductance du fil est négligeable en face de l'inductance L des bobines. La valeur requise pour celle-ci se calcule d'après la formule ci-dessus, ce qui donne :

$$3000\,\beta = 3000 = \frac{4,6}{2}\,\frac{1}{10^3}\,\frac{0,01}{L} = 1.5$$

d'où

$$L = 0,2 \text{ henry}.$$

Ayant calculé l'inductance par mille, il nous reste à calculer la longueur d'onde pour la fréquence la plus élevée, c'est-à-dire 1500 périodes par seconde.

$$\frac{2\pi}{\alpha} = \frac{2\pi}{P\sqrt{LC}} = \frac{10^3}{1500\sqrt{0,2\times0,01}} = 15$$ milles approximativement.

On réalise assez exactement les conditions d'une ligne uniforme en employant 15 bobines par longueur d'onde de la plus grande fréquence, c'est-à-dire par longueur d'onde de 1500, ceci faisant une bobine par mille ; l'inductance de chaque bobine est donc : L = 0,2 henry. Sa résistance a été supposée égale à 0,06 ohm. Pour constituer une telle bobine sans fer, il faut prendre environ 500 mètres de fil d'une résistance de 2 ohms par mille et l'enrouler sur une bobine de 12,7 cm de diamètre intérieur et de 30,48 cm de longueur. On traiterait de même le cas d'un câble sous-marin, et on peut être conduit dans ce cas à employer des bobines à noyau magnétique, enfouies sous la gaine du câble, et présentant des courants de Foucault et des pertes hystérétiques très faibles.

Soit un anneau d'acier de 2,5 cm de diamètre

intérieur, de 6,5 cm de diamètre extérieur et de 0,002 cm d'épaisseur, présentant une fente étroite en P Q (fig. 11 et 12). Construisons avec de pareils anneaux, empilés de façon à donner une longueur voulue, un noyau de 10 cm de long. La figure 11 représente la section transversale et la figure 12 une vue en bout d'un pareil anneau, enroulé de deux couches de fil ayant une résistance de 8,5 ohms par mille. Chaque couche de fil présente 48 tours, sa longueur est de 24 m et sa résistance ohmique est, par suite, légèrement supérieure à 0,125 ohm. Il s'ensuit que 8 bobines réparties sur 1 mille de longueur ajouteront 1 ohm par mille à la résistance de la ligne supposée de 5 ohms. Pour calculer l'inductance, il est nécessaire de connaître la perméabilité du fer. En téléphonie, la valeur maximum du courant au poste expéditeur est généralement inférieure à 0,0001 ampère, ou 0,00001 en unités *C. G. S.;* la force magnétomotrice du circuit magnétique pour cette valeur du courant magnétisant est égale à :

$$\mathcal{F} = 4\pi N I = 4\pi \times 96 \times 10^{-6}$$

L'intensité $\mathcal{H}$ de la force magnétisante sera :

$$\frac{\mathcal{F}}{L} = \mathcal{H},$$

où L est la longueur moyenne du circuit magnétique, égale à 10 cm, donc :

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi \times 96}{106} = 0,0012$$

Pour des forces magnétisantes excessivement faibles comme celles dont il s'agit, la perméabilité magnétique μ du fer de bonne qualité est d'environ 180. (Voir Ewing dans *Magnetic Induction in Iron and Other Metals*, p. 119, notamment page 87.) L'intensité de l'induction magnétique sera : $\mathcal{B} = 180 \times 0,0012$: 0,22 lignes d'induction par centimètre carré. Pour cette très faible valeur de l'induction, l'hystérésis est négligeable (Voir Ewing). Il devient alors facile de calculer l'inductance de la bobine. La formule est :

$$L = \frac{4\pi n^2 s \mu}{l \times 109},$$

où n est le nombre de tours = 96.

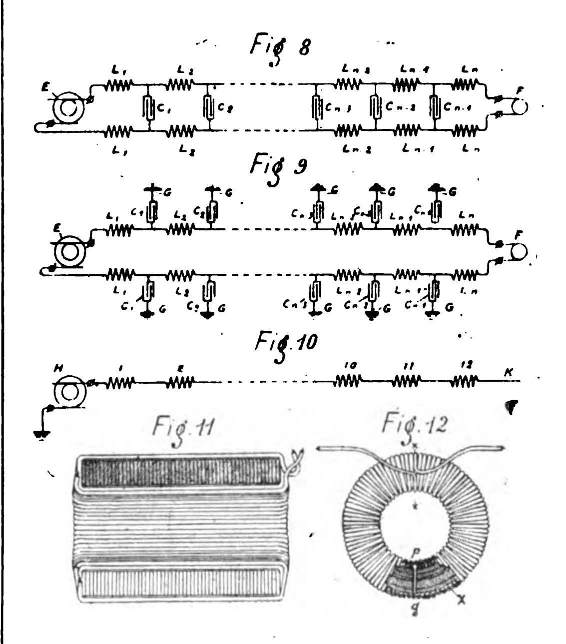
s = La section du noyau en centimètres carrés = 20.

μ = perméabilité = 180.

L = 0,042 henry.

Le diamètre de la bobine une fois terminée, sera inférieur à 50 mm et sa longueur à 11 cm; une telle bobine peut facilement se placer sous la gaine d'un câble sous-marin. Encore est-il facile d'en réduire le diamètre en augmentant sa longueur. Il est bon de faire observer que des bobines à noyau magnétique ne donneront pas de résultats satisfaisants si on ne prend pas la précaution de maintenir l'aimantation et l'hystérésis à une faible valeur. Il n'est cependant pas à craindre de dépasser la limite d'aimantation permise, même au cas où le courant magnétisant serait 32 fois plus grand que ce que nous avons supposé ci-dessus, c'est-à-dire atteindrait une valeur de 3 milliampères (Voir Ewing), intensité suffisante pour commander les appareils téléphoniques. Il faut encore observer que le noyau de fer représenté dans les figures 11 et 12 peut être fait d'un fil de fer très fin convenablement enroulé, disposition qui présente encore l'avantage de réduire les courants de Foucault et de les supprimer presque entièrement.

La section du noyau ainsi constitué avec du fil devrait être un peu supérieure à celle du noyau fait



de tôles en raison des vides plus considérables subsistant dans les intervalles.

Ce qui précède fait bien comprendre l'application du système Pupin à la téléphonie et à la télégraphie, mais l'invention s'applique encore aux transports d'énergie par courants alternatifs. Pour n'employer que les procédés les plus simples et les plus directs, nous avons réalisé ci-dessus l'accroissement de réactance de la ligne par l'introduction de simples bobines; il y a cependant diverses manières d'obtenir le même effet. Par exemple, il est possible de pourvoir chaque bobine de réactance d'un enroulement secondaire contenant un condensateur. En réglant la capacité du condensateur, on peut accroître ou diminuer dans de grandes limites l'inductance et la résistance de la bobine même. Les deux bobines simples décrites ci-dessus constituent une excellente méthode pour arriver au même résultat. Toutes ces dispositions augmentent la résistance de la ligne, par unité de longueur, par l'adjonction de ce que nous avons appelé « source de réactance », l'idée fondamen-

tale de l'invention consistant à transmettre l'énergie avec une faible intensité de courant, à régler, en vue de ce résultat, la réactance de la ligne et à diminuer ainsi les pertes calorifiques et l'atténuation correspondantes. Ce que nous avons dit des vibrations imprimées par une source étrangère s'applique aussi aux vibrations propres. L'équivalence entre un conducteur continu et un conducteur discontinu subsiste encore pour des courants ondulatoires comme ceux qui sont observés en télégraphie, parce que chaque impulsion du courant équivaut à une série d'ondulations simples ayant des rapports harmoniques. Il en résulte donc qu'un conducteur à réactance se comportera comme le conducteur uniforme correspondant pour les transmissions télégraphiques ordinaires, si le conducteur satisfait à la règle donnée ci-dessus pour une fréquence dont la période est suffisamment faible en comparaison de la durée de l'ondulation communiquée; il convient que le rapport soit égal à 25 ou plus.

Nous avons décrit jusqu'ici des conducteurs à réactance équivalant assez exactement à des conducteurs uniformes pour toutes les fréquences inférieures à une fréquence donnée, et nous avons spécifié l'emploi de 16 bobines par longueur d'onde correspondant à cette fréquence; souvent il suffit d'une moindre exactitude et, par conséquent d'un nombre moindre de bobines. Dans tous les cas, la construction et la distribution des bobines de réactance dépendront de la nature de la f.-é.-m. employée et de la forme de l'onde de courant résultant, en même temps que de l'atténuation permise, et le calcul de ces bobines sera facile à faire d'après la règle donnée ci-dessus.

JOHNSON.

STATISTIQUE DES CHEMINS DE FER

ET TRAMWAYS ÉLECTRIQUES EN EXPLOITATION ET EN CONSTRUCTION EN FRANCE LE 1er JANVIER 1901.

En 1890, la Compagnie l'« Industrie électrique » installait à Clermont-Ferrand la première ligne française de tramways électriques. Cette ligne, d'un aspect un peu disgracieux aujourd'hui, fut établie avec conducteur tubulaire aérien à navette système Siemens. Depuis 1890, les progrès de la traction électrique sur le continent ont été des plus rapides.

Le tableau ci-dessous, qui résume les progrès accomplis en France depuis 1893, pourrait se passer de commentaires. Il est, en effet, facile de voir que la longueur totale des lignes a presque doublé depuis l'année dernière; elle est passée de 752 km à 1486 km. La puissance totale des stations centrales, elle, a presque triplé; cela paraît tenir à ce que les Compagnies, prévoyant un nouveau développement, ont tout de suite construit d'importantes usines de production: la puissance passe, en effet, de 28308 kw à 64383 kw. Le nombre de voitures automotrices a subi un accroissement analogue et atteint le chiffre respectable de 2425 véhicules automoteurs. Si nous poursuivons l'examen suggestif de cette statistique, nous voyons que le trolley tient toujours la tête des systèmes employés; toutefois nous trouvons réunis à Paris, en particulier, tous les systèmes de traction employés jusqu'ici.

Éléments	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
Longueur totale des lignes, en *km*.	37,4	41,4	96,3	132	279.3	396.8	487.5	752,8	1486.3
Puissance totale, en *kw*	1525	1796	3610	4190	8736	15158	18718	28308	64383
Nombre total des voitures automotrices.	20	29	152	225	432	664	759	1295	2425
Nombre de lignes à conducteur aérien.	2	4	7	11	19	36	42	56	76
Nombre de lignes à conducteur souterrain	0	0	0	0	1	1	2	3	6
Nombre de lignes à rail saillant. .	1	1	1	1	1	1	1	1	4
— à accumulateurs.	2	2	3	4	5	4	6	6	8
— mixtes (accumulateurs et trolley)	0	0	0	0	0	2	4	4	6
— mixtes (trolley et caniveau . . .	0	0	0	0	0	0	1	2	2
— mixtes (à contacts superficiels et trolley).	0	0	0	0	0	0	0	0	7

Le trolley, les accumulateurs, les lignes mixtes

à trolley et accumulateurs, le caniveau axial ou latéral, les contacts superficiels, les lignes mixtes à trolley et contacts, enfin trois nouveaux chemins de fer électriques à rails saillants fonctionnent simultanément dans la capitale.

La distribution de l'énergie sur d'aussi vastes étendues ne se fait pas sans difficultés : la statistique nous montre cependant que la tendance générale actuelle est de distribuer du courant continu à 550 volts et de centraliser la production dans des usines puissantes et peu nombreuses (Les Moulineaux, Asnières, Vitry, Austerlitz, Métropolitain). Ces usines produisent des courants alternatifs triphasés à haute tension (à la fréquence de 25 périodes par seconde, qui parait la plus convenable) et les envoient dans des sous-stations de transformation convenablement réparties à l'intérieur du périmètre à desservir.

Ces sous-stations comportent presque toujours des transformateurs, chargés d'abaisser la tension des courants triphasés, et des convertisseurs. Dans bien des cas, une batterie d'accumulateurs sert de volant et facilite le démarrage et l'accrochage des convertisseurs.

Nous trouvons, en outre, une ligne à courants triphasés, celle d'Evian-les-Bains et 4 chemins de fer électriques de montagne : le Salève, le Mont-Dore, Cauterets et Chamonix, ce dernier en construction.

Au milieu des progrès accomplis durant ces dernières années sur le continent en matière de traction électrique, l'Allemagne tient toujours la tête ; mais nous pouvons constater, avec une légitime satisfaction, que la France n'a pas perdu le second rang qu'elle a toujours occupé ; l'industrie électrique y reste florissante ; espérons, en terminant, qu'elle le restera toujours.

(*Industrie Electrique.*)

JURISPRUDENCE

L'affaire de l'éclairage électrique de Menton devant le Conseil de préfecture des Alpes-Maritimes.

La ville de Menton, cette charmante station d'hiver de la Côte d'Azur, bien connue des touristes autant que des malades, va enfin, après de longues tribulations qui menaçaient de s'éterniser, pouvoir resplendir des feux de la lumière électrique. Le Conseil de préfecture des Alpes-Maritimes vient, en effet, de donner gain de cause à la ville dans un procès que lui avait intenté la Compagnie genevoise du gaz, au sujet de la concession de l'éclairage électrique accordée à M. Nouvelle : la Compagnie est déboutée de sa demande en annulation, étant considérée comme déchue des droits que son traité avait pu lui conférer sur l'établissement d'un nouveau mode d'éclairage et, par voie de conséquence, est déclarée valable toute concession que la ville de Menton a pu ou pourra consentir à tout autre entrepreneur en vue du même objet

Voici, d'après le Mémoire en défense de la ville, l'historique de cette affaire qui ne peut manquer d'intéresser les lecteurs de l'*Electricien*, puisqu'elle s'est terminée par un succès pour la cause de l'éclairage électrique :

Aux termes d'un cahier des charges dressé, en 1885, entre la ville de Menton et la Compagnie genevoise, cette dernière était concessionnaire de l'éclairage public et particulier par le moyen du gaz ; mais, d'un commun accord, les parties avaient prévu les conditions dans lesquelles la ville pourrait, si elle le désirait, adopter un autre mode d'éclairage avant l'expiration du contrat de concession ; ces conditions se trouvaient ainsi indiquées dans les articles 45 et 46 du cahier des charges :

Art. 45 : « Dans le cas où la ville *voudrait* adopter un nouveau système d'éclairage, la Compagnie concessionnaire de l'éclairage par le gaz aurait le droit de devenir concessionnaire de l'éclairage public et particulier par le nouveau système et, en ce cas, elle aurait seule le droit d'établir les appareils, sur ou sous les voies publiques, pour l'exploitation du nouveau système d'éclairage. — On adopterait le cahier des charges établi à Paris, Marseille ou dans d'autres villes d'une importance égale et similaire à la ville de Menton, sauf à y introduire les modifications indiquées par l'expérience ou justifiées par la situation géographique et les conditions particulières à la ville de Menton. »

Art. 46 : « Dans le cas où la Compagnie du gaz ne voudrait pas se charger de l'application du nouveau système d'éclairage, la ville aura le droit d'en faire la concession à une autre société ; dans ce cas, la Compagnie genevoise pourra conserver l'usine et continuer seule le service particulier au moyen du gaz, en concurrence au nouveau système jusqu'au 1er janvier 1926. »

En conséquence, la ville avait absolument le droit d'adopter un nouveau système d'éclairage.

La Compagnie du gaz avait le droit de devenir concessionnaire du nouveau système, sur les bases des cahiers des charges adoptés à Paris, Marseille ou villes similaires de Menton, sauf à y introduire les modifications indiquées par l'expérience ou justifiées par la situation géographique ou les conditions particulières à la ville de Menton.

Enfin, la Compagnie du gaz avait aussi le droit de refuser de se charger de l'application du nouveau système, et la ville avait alors le droit de donner la concession à une autre société.

Dès 1893, la Compagnie du gaz, désireuse sans

doute d'écarter, pour l'avenir, tout danger de concurrence d'une société d'électricité, avait fait des propositions d'éclairage électrique et présenté un projet de convention, mais ce projet était conçu de telle sorte qu'il paraissait surtout fait dans le but d'assurer le monopole de l'éclairage électrique à la Compagnie génevoise, tout en lui laissant la faculté de reculer indéfiniment son établissement, l'obligation pour la Compagnie de commencer les travaux, se trouvant subordonnée à des conditions irréalisables; de plus, les prix étaient excessifs et l'éclairage était seulement partiel et temporaire. La concession de l'éclairage électrique, à de telles conditions, ne paraissant présenter aucun avantage pour la ville de Menton, le Conseil municipal avait décidé de surseoir.

En 1896, la Compagnie avait renouvelé ses propositions, en les modifiant sur quelques points; mais ce dernier projet n'apportant aucun changement appréciable à la situation qui restait toujours aussi désavantageuse pour la ville, il n'y avait pas davantage été donné suite.

Mais dans une ville comme Menton, le commerce et l'industrie locale devaient forcément suivre le mouvement du progrès : en l'absence d'un service régulier de distribution de l'éclairage électrique assuré par un concessionnaire municipal, plusieurs maisons importantes, des hôtels surtout, entreprirent de s'éclairer électriquement par leurs propres moyens. En 1898, le Conseil municipal, frappé de l'extension de ce mouvement d'installations d'électricité particulières et voyant le danger que ces installations pourraient créer, dans l'avenir, à la ville au point de vue de la concession à donner, décida de mettre la question de l'électricité à l'étude et chargea une commission spéciale d'étudier cette question.

Diverses propositions avaient été faites à la Ville; elles furent étudiées les unes et les autres, et la Compagnie du gaz fut mise au courant des intentions de la Ville, de la situation, des propositions faites.

Les projets d'éclairage électrique présentés en 1893 et en 1896 ne pouvaient être pris en sérieuse considération. Non seulement, ainsi qu'il a déjà dit, les prix étaient excessifs, mais la Compagnie, en n'offrant qu'un éclairage partiel limité à un rayon étroit ne comprenant qu'une partie très faible de la Ville, et en ne donnant l'éclairage que du 1er novembre au 1er mai, ne se conformait ni à l'esprit, ni à la lettre des stipulations de l'art. 45 sus-énoncé.

Aux termes de cet article 45, la Ville avait-elle le droit d'exiger un nouveau système d'éclairage, l'électricité dans l'espèce, pour la ville entière? Incontestablement oui.

Avait-elle le droit de l'exiger pour toute l'année? Aussi certainement oui.

La Compagnie du gaz, en ne voulant faire que l'éclairage partiel de la Ville et l'éclairage temporaire, ne devait-elle pas être considérée comme refusant la demande de la Ville, de substitution de l'éclairage par l'électricité à l'éclairage au gaz?

Oui encore, car sinon la Compagnie aurait pu, à son gré et à sa guise, annuler tous droits résultant pour la Ville des articles 45 et 46 du cahier des charges.

C'est bien, d'ailleurs, suivant le mémoire de la ville de Menton, la ligne de conduite que la Compagnie du gaz semble avoir voulu adopter : Ne jamais refuser nettement; avoir toujours l'air d'accepter de faire l'éclairage électrique, tout en ne le faisant jamais que dans des conditions inacceptables équivalant à un véritable refus.

Le 25 mars 1899, après divers et de nombreux pourparlers, sur les propositions de sa Commission spéciale d'électricité chargée d'élaborer un cahier des charges sur les bases de ceux des autres villes, le Conseil municipal arrêta les termes du cahier des charges devant servir de base à la concession à donner et invita l'Administration municipale à mettre en demeure la Compagnie du gaz de se prononcer par son acceptation ou son refus dans un délai de quinzaine, décidant qu'au cas où la Compagnie refuserait d'installer l'éclairage électrique, la Ville donnerait alors la concession à qui il appartiendrait.

Le 30 mars, notification de la délibération et de la mise en demeure furent faites.

Le cahier des charges, élaboré par la commission municipale et arrêté définitivement par le Conseil municipal, était-il conforme au sens des stipulations de l'art. 45 du Traité de l'éclairage par le gaz de la Compagnie Génevoise?

Oui, sans aucun doute : en effet, il avait été établi sur les bases des cahiers des charges de villes d'importance égale ou supérieure à Menton, le concessionnaire étant tenu, comme à Paris, de fournir, si la Ville le demandait, la lumière électrique pour l'éclairage public; les prix de 7 centimes 1/2 l'hectowatt pour les particuliers et de 3 centimes 1/2 pour la Ville, adoptés déjà dans d'autres villes, paraissaient raisonnables et bien en rapport avec les progrès réalisés par la science et les conditions particulières à la ville de Menton.

La Compagnie Génevoise ne pouvait donc prétendre, pensait le Conseil municipal, que la Ville n'avait pas le droit de lui imposer de se prononcer définitivement par une acceptation ou par un refus sur l'établissement de l'éclairage électrique conformément à ce cahier des charges, dont le Conseil avait été obligé d'arrêter lui-même les termes, puisque la Compagnie n'avait jamais présenté que des projets inacceptables et en contradiction avec le sens des conventions de l'art. 45.

La Compagnie ne souleva, du reste, tout d'abord, aucune objection sur ce point. Mais, sans doute pour gagner du temps, elle demanda, le 10 avril, la prolongation du délai imparti pour sa réponse,

jusqu'à la fin d'avril, semblant ainsi reconnaître en principe la validité de la mise en demeure.

Mais, au lieu de répondre d'une façon précise, elle remit à la Ville, le 24 avril, un contre-projet du cahier des charges.

Ce cahier des charges n'était, d'ailleurs, nullement en conformité avec les conventions de l'art. 45 : il différait sur nombre de points encore des cahiers des charges adoptés par d'autres villes d'importance égale ou supérieure à Menton; — aux termes de son article 15, le concessionnaire n'était obligé de fournir le courant que de la tombée de la nuit à une heure du matin, ce qui non seulement ne se rencontre pas dans les cahiers des charges établis à Paris ou à Marseille, mais encore était essentiellement contraire aux conditions particulières à Menton, dont les nombreux hôtels devaient avoir besoin du courant électrique jour et nuit, aussi bien pour l'éclairage que pour le fonctionnement des ascenseurs, ventilateurs, etc.; — en outre, ce projet portait des taxes fixées par lampe pour la ville et les particuliers, ayant pour conséquence de doubler en réalité le prix de l'électricité; — enfin, il imposait à la Ville une prolongation de quinze années de la concession du gaz. question qui n'avait rien à voir avec l'électricité, et certainement ne pouvait se rencontrer dans les cahiers des charges visés par l'art. 45 du Traité du gaz.

« La Compagnie envoya un ingénieur, son mandataire, spécialement désigné par elle pour discuter ce contre-projet présenté à la Ville.

Afin d'épuiser tous les moyens de conciliation, celle-ci accepta d'entendre cet ingénieur et ce dernier discuta, article par article, avec la Commission d'électricité du 10 au 14 mai, déclarant qu'il allait informer sa Compagnie du résultat de la discussion et des observations présentées, et que réponse serait donnée au plus tôt.

Mais la Compagnie, fidèle à son système de toujours gagner du temps, au lieu de répondre nettement, chercha de nouveaux atermoiements. Malgré de nouvelles délibérations prises, de nouvelles lettres échangées, de nouvelles mises en demeure, aucune réponse précise ne fut faite. Le 12 juin, le Conseil municipal, après plus de six mois de pourparlers et d'études, après plusiours mises en demeure signifiées à la Compagnie du gaz, délibérait que les agissements et les prétentions de la Compagnie dissimulaient un véritable refus de faire l'éclairage électrique et, en présence de ce refus déguisé, décidait de donner la concession d'électricité à M. Nouvelle, qui avait présenté les conditions les plus avantageuses.

Charles SIREY,
Avocat à la Cour de Paris.

(A suivre.)

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 10 juin.

L'éclairage électrique en Angleterre. — Plusieurs nouvelles stations d'éclairage ont été dernièrement inaugurées par des autorités municipales. L'une d'elles est celle de Barnes. Elle contient trois chaudières tubulaires Babcok munies de réchauffeurs et de pompes d'alimentation Webster et Worthington. Les moteurs du type Belliss sont directement accouplés à des dynamos bipolaires Siemens à enroulement shunt. Il y en a deux de 150 kw et deux de 36 kw. Le système de distribution est à trois fils avec une tension de 420 volts entre les conducteurs extérieurs Une batterie de 274 éléments E. P. S. sert à régulariser la charge. Les feeders de la Compagnie Callender sont concentriques, recouverts de plomb et de tresse, et élongés dans des conduits en grès; les câbles de distribution sont à trois conducteurs, recouverts de plomb et armés; ils sont élongés directement dans lesol. On a souvent dit que, lorsque une municipalité prend en main l'éclairage électrique de son district, elle procède immédiatement à la pose des canalisations dans toutes les directions et les affaires prennent alors suffisamment d'extension pour faire prospérer l'entreprise. On trouve, en effet, plus d'un exemple de cette manière de faire. Lorsqu'un réseau a été inauguré avec un petit matériel générateur, on ne tarde pas à le trouver insuffisant et l'on procède, d'abord discrètement, puis ensuite plus largement, à des extensions successives, d'après les demandes, de manière à réaliser enfin des bénéfices considérables. Mais pour avoir des canalisations dans toutes les directions, il est nécessaire de pouvoir disposer d'un capital important et d'un temps non moins considérable, si l'on procède graduellement à ces extensions. Il n'y a pas encore très longtemps que beaucoup de compagnies et d'autorités municipales éprouvaient de grandes difficultés à obtenir rapidement des constructeurs le matériel générateur nécessaire; il en résultait que l'hiver venant, on ne pouvait alimenter toutes les nouvelles lampes demandées faute de machines. Les abonnés étaient obligés de n'employer que très peu de lampes aux heures où ils en avaient le plus besoin, ou bien la tension s'abaissait souvent de 20 volts au-dessous de la normale Cela résultait des poses de nouvelles canalisations avant qu'il fut réellement possible de les desservir. La meilleure règle à suivre pour des extensions est de calculer la puissance du matériel nécessaire et d'être toujours en avance.

Nous avons, à plusieurs reprises, mentionné l'entreprise d'électricité de Manchester comme l'une des plus profitables en Angleterre. Mais là, la commission semble avoir adopté, comme habitude, d'étendre la canalisation jusqu'aux districts voisins, et comme l'on a eu à vaincre certaines difficultés relatives au matériel générateur nécessaire pour alimenter les tramways et l'éclairage, l'intérêt du capital engagé n'a été payé qu'à grand'peine et les bénéfices ne semblent pas aussi assurés. On a

même soulevé la question d'élever les tarifs pour les abonnés. Manchester dessert une zone énorme, tant pour les tramways que pour l'éclairage, et ce service est excellent, mais cela exige des capitaux très importants et cette entreprise peut être considérée comme l'une des plus considérables du Royaume-Uni.

La demande faite par la Compagnie Metropolitan Electric Supply d'installer une canalisation en double depuis sa station génératrice jusqu'à Willesden en dehors de sa zone de distribution, dans Londres, a été cette semaine soumise à une commission parlementaire. La canalisation actuelle s'étend sur le bord du grand canal de jonction et comprend huit conducteurs d'une capacité de 1000 kw chacun. La Compagnie a besoin de porter la distribution à 1500 kw par circuit et, par suite, de poser un second circuit par une autre route de manière à suppléer à un défaut et à ne pas interrompre cette distribution. Les frais s'élèveraient à 80 000 livres. La commission a autorisé cette installation. Parmi les autres projets d'électricité qui peuvent attirer l'attention, nous citerons ceux du South Yorkshire et du Yorkshire qui ont des promoteurs différents et sont. par suite, en concurrence. A la suite de l'enquête, les deux rivaux ont résolu de s'entendre et de fondre leurs projets en un seul qui comprend les principaux détails des deux.

Une station d'électricité a été installée à Ilford par la municipalité. C'est une entreprise mixte d'éclairage et de traction qui avait été adoptée il y a deux ans environ. Ilford est dans la banlieue de Londres, à 2 ou 3 milles, et s'est étendue beaucoup depuis quelque temps; un millier de petites maisons se sont construites de chaque côté de la route. La région semble bonne et les consommateurs ne manqueront pas.

***

L'Institution anglaise des ingénieurs électriciens. — Il y a quelque temps, il avait été décidé de créer un musée d'appareils électriques dépendant de l'Institution et comprenant surtout ceux qui ne sont pas d'un usage courant et commercial. Le secrétaire a envoyé dernièrement une circulaire à tous les membres, les invitant à exprimer leur opinion relativement à cette réalisation. L'Institution ne pouvant pas disposer de son propre local, elle doit peu à peu réunir les fonds nécessaires pour subvenir à cette installation, c'est pourquoi, pour le présent, le musée prendrait place à Kensington comme une collection séparée.

***

Nécrologie. — C'est avec un sincère regret que nous enregistrons la mort de sir Courtenay Boyle, secrétaire perpétuel du Board of Trade, qui a été mêlé à tous les développements de l'industrie électrique en Angleterre depuis plus de dix ans. Il avait souvent dirigé les enquêtes sur des installations électriques et a eu sous ses ordres les plus éminents experts en électricité, alors qu'il était chargé par le gouvernement de l'approbation des règlements relatifs à l'éclairage électrique, aux tramways et chemins de fer électriques, etc., etc. Il y a une semaine environ, nous mentionnions la décision du Board of Trade au sujet des hauts voltages fournis aux abonnés par les Compagnies de distribution. Sir Courtenay Boyle présidait la commission d'enquête, et c'est certainement à lui que l'on doit les bons résultats de la décision susdite. Il est mort subitement. Les nombreuses charges si variées et si lourdes qu'il avait à remplir dans sa haute situation semblent avoir influé d'une manière néfaste sur sa santé.

***

L'électricité dans les aciéries en Angleterre. — La Compagnie du Port Talbot Iron and Steel établit de nouveaux ateliers de laminage très importants dans les Galles du Sud et le fait à remarquer ici est tout un matériel actionné par l'énergie électrique. Deux génératrices de 200 kw Scott et Mountain alimentent : quatre moteurs attelés à une grue de 60 tonnes, les trois moteurs d'un transporteur de 10 tonnes pour amener les barres aux bancs des laminoirs Le travail terminé, le matériel est transporté par une grue de 5 tonnes à trois moteurs; enfin, des scies circulaires, des scies à ruban, des machines-outils de toute espèce sont actionnées électriquement. L'installation a été organisée par MM. Scott et Mountain. L'éclairage est effectué par lampes à arc et lampes à incandescence.

***

Le service téléphonique anglais. — Le service téléphonique du Post-Office à Londres n'a pas été complété dans le temps que l'on avait déterminé d'abord. L'une des causes principales de ce retard est probablement que les travaux souterrains ont été très difficiles et beaucoup plus longs que l'on ne pouvait le prévoir.

La Compagnie nationale des téléphones essaye de faire bonne figure malgré la concurrence toujours croissante. Son banquet annuel a été un événement des plus intéressants de l'année. Il s'est tenu à Londres. M. Gaine, l'administrateur général qui présidait, donne à ses auditeurs quelques détails sur les progrès effectués. L'année dernière, il y avait 968 bureaux en fonction ; il y en a 1000 aujourd'hui. On compte 29 000 abonnés de plus que l'année dernière, soit un total de 205 000. Le nombre des messages envoyés en 1900 a été de 712 millions, ce qui donne un accroissement de 15.3 0/0. La conclusion de l'orateur est que la Compagnie, en présence de ces résultats, n'a que peu à craindre une rivalité sérieuse.

***

Les tramways électriques en Angleterre. — Le réseau de tramways électriques de Thanet, qui relie Margate, Broadstairs et Ramsgate, trois plages fort courues, est actuellement en service. Il comporte une voie de 1,10 m de large avec des rails Lorain pesant 37,30 kg le mètre, munis de joints Neptune et Chicago. La station génératrice renferme deux moteurs Belliss faisant 300 t : m et accouplés directement à des alternateurs triphasés Thomson-Houston. Deux dynamos à courant continu de la même maison, type multipolaire, sont actionnées par des moteurs tandem Allis. Deux batteries Tudor complètent l'installa-

tion. Il y a une sous-station à Ramsgate comprenant deux convertisseurs rotatifs de 100 kw et une autre à Margate où le courant sera distribué pour l'éclairage public et privé. Tout le matériel électrique a été fourni par la compagnie anglaise Thomson-Houston; les feeders à haute et à basse tension sont tous de la compagnie Insulated Wire. Comme à l'ordinaire, la ligne est divisée en sections d'un demi-mille par des postes de commutation. Les poteaux de la ligne sont disposés sur le côté de la route, mais en un endroit ils sont au centre sur une longueur de 1 mille et demi. Les voitures fabriquées par la compagnie Saint-Louis sont à impériale, elles sont munies de moteurs Thomson-Houston.

Un nouveau réseau de tramways à trolley vient d'être achevé de Bournemouth à Poole.

La ville de Leicester s'occupe enfin de traction électrique et vient d'adopter un réseau de tramways à trolley aérien. M. Manville, ingénieur municipal, en est chargé. Quelques membres du Conseil ont fait cependant voter l'adoption, à titre d'essai, d'un système à contact superficiel.

Le procédé de contact superficiel Kingsland vient d'être expérimenté devant une réunion d'ingénieurs électriciens et de délégués de la presse technique à Voiverhampton. Ce système qui, en lui même, est purement mécanique a été inventé par M. Kingsland et comporte une roue à dents commandée par une barre fixée sur la voiture. Cette roue est disposée dans une rainure entre les rails de roulement et fait agir un commutateur qui coupe le circuit et le rétablit de bloc en bloc.

BIBLIOGRAPHIE

Handbuch der elektrischen Beleuchtung (*Manuel d'éclairage électrique*), par Josef Herzog et Clarence Feldmann. — Un vol. grand in-8° de XII-620 pages avec 517 figures. 2e édition. Prix cartonné : 16 marks. (Berlin, Julius Springer, et Munich, R. Oldenbourg, éditeurs.)

La nouvelle édition de cet excellent ouvrage, très apprécié en Allemagne, a été considérablement augmentée et mise au courant des progrès les plus récents. Les auteurs, M. Herzog, directeur du service d'éclairage électrique de la Société Ganz de Budapest, et M. Feldmann, chef électricien de la Société Hélios de Cologne, étaient, par leurs fonctions et leur situation, parfaitement en mesure de rédiger cet utile ouvrage avec une compétence incontestable.

Leur travail est divisé en neuf chapitres respectivement consacrés à la description des lampes à arc et à incandescence, à la photométrie, à l'établissement des canalisations d'éclairage, aux divers systèmes de distribution et de couplage des dynamos génératrices, aux dispositifs de réglage, aux appareils accessoires de marche et de sécurité, à l'isolement des canalisations, à l'appareillage des lampes à arc et à incandescence, aux installations d'éclairage électrique et enfin aux stations centrales.

C'est certainement l'ouvrage le plus complet et le plus récent traitant de l'éclairage électrique. Non seulement il contient de nombreux renseignements pratiques, mais en même temps, par la précision des données scientifiques, il constitue un excellent traité.

Il serait à désirer vivement qu'une traduction française de cet important travail permît aux électriciens français de le consulter facilement, car notre littérature technique ne comporte pas, à notre connaissance, d'ouvrage spécial analogue sur cette application si importante de l'énergie électrique. Ajoutons, en terminant, que ce manuel est luxueusement édité comme, du reste, tous les livres sortant de la librairie Julius Springer.

CHRONIQUE

Les cabs électriques de New-York.

L'emploi des cabs électriques a donné d'excellents résultats à New-York et l'on peut espérer une augmentation importante dans le nombre de ces véhicules. Les voitures de l'espèce que l'on songe dès maintenant à mettre en service seront actionnées par l'accumulateur qu'Edison a récemment imaginé. Il en résultera, dit le correspondant américain, une économie importante dans les frais d'exploitation? Sans doute, le nouvel accumulateur Edison n'est pas un appareil idéal; il ne répond pas complètement aux desiderata aujourd'hui formulés quant à la légèreté et au rendement; cependant il marque, dit-il, un grand progrès qui promet de faire époque dans l'histoire de l'automobilisme électrique? C'est ce que l'avenir nous apprendra. — G.

Un nouveau câble télégraphique germano-anglais.

La *Rheinisch Westfalische Zeitung* annonce qu'on a commencé, le 25 mars dernier, la pose d'un nouveau câble entre l'Allemagne et l'Angleterre. Ce câble se rend d'Emden (Allemagne) à Bacton (Angleterre). Emden est déjà le point de départ de plusieurs lignes sous-marines qui aboutissent aux localités respectives ci-après : Lowestoft (Angleterre), Valencia (Irlande), Bacton (Angleterre) et Vigo (Espagne). G.

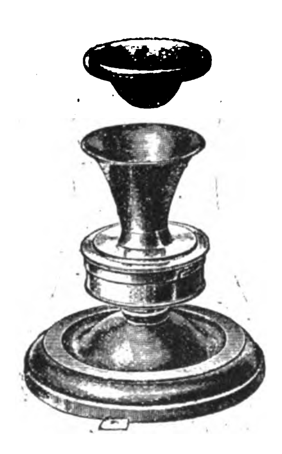
Congrés d'électriciens à Buffalo.

On nous annonce toute une série de réunions, de meetings, de congrès, soit en Amérique, soit en Angleterre, provoqués par les deux expositions de Buffalo et de Glasgow. L'Institut américain des ingénieurs électriciens adresse en conséquence de pressantes invitations aux ingénieurs français qui voudront se rendre à l'Exposition et prendre part à leur congrès qui s'ouvrira le 14 août prochain. Les 18 et 19 août sont consacrés à une visite technique des ateliers de la General Electric Company à Schenectady. La séance solennelle du congrès aura lieu le 20 et pendant les trois jours suivants appelés déjà « jours électriques » on entendra les rapports

et conférences inscrits. Les organisateurs espèrent en outre pouvoir emmener leurs invités jusqu'aux chutes du Niagara pour y visiter en détail les grandioses installations. — D.

Dispositif de protection et d'amortissement pour microphones.

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Rundschau* que la Société par actions Mix et Genest de Berlin vient de construire un nouveau dispositif de protection et d'amortissement pour microphone, qui consiste en une membrane en gomme élastique. Cette membrane affecte la forme d'un entonnoir; elle se fixe sur le rebord de l'embouchure du microphone et enferme complètement ce dernier. Par suite, elle ne met pas seulement la plaque sonore du microphone à l'abri de l'humidité et de la poussière; mais elle protège encore les correspondants contre les maladies contagieuses. Les plaques rigides en celluloïd jusqu'ici employées comme



dispositifs protecteurs jouent le rôle de tables d'harmonie et rendent les paroles transmises inintelligibles; par contre, la membrane élastique en forme d'entonnoir, favorise a plus haut point la condensation des ondes sonores; en outre, en adoucissant les sons naturellement durs de la voix, elle facilite la perception des paroles transmises. La figure ci-dessus représente ce dispositif qui est d'une simplicité extrême et s'adapte facilement à chaque appareil. On peut le retirer et le replacer de nouveau sans la moindre difficulté. — G.

Extraction du platine dans l'Oural.

Nous empruntons à l'*Elecktrotechnische Zeitschrift* de Berlin les détails suivants :

« Les constructeurs électriciens tirent presque exclusivement de Russie le platine qu'ils emploient; en effet, les montagnes de l'Oural donnent environ 96 0/0 de la quantité de ce métal produite par le monde entier. Le métal en question, si précieux pour l'électrotechnique, est de plus en plus demandé. Par suite, son prix de vente s'est considérablement accru dans ces derniers temps. Les cours de 1900 le font ressortir à environ 3500 fr le kg, alors que son coût de production varie entre 1000 et 1800 fr par kg. Cependant l'industrie du platine n'a pas pris la moindre extension en Russie durant ces dix dernières années, car les mines présentement existantes étaient déjà en plein rapport il y a dix ans; et, depuis lors, les explorations entreprises n'ont mis à jour aucun nouveau filon. Les quantités sorties des mines de l'Oural depuis 1891 ont été, d'après les statistiques russes, les suivantes :

1891. . .	4226 kg	1896. . .	4930 kg
1892. . .	4570 »	1897. . .	5649 »
1893. . .	5094 »	1898. . .	5978 »
1894. . .	5208 »	1899. . .	5946 »
1895. . .	4406 »	1900. . .	5438 »

G.

Cloisons étanches actionnées électriquement.

Quelques-uns de nos lecteurs peuvent se souvenir d'avoir vu, modestement placée dans un coin de la section américaine au Palais des Armées de terre et de mer, en 1900, une porte de cloison étanche se fermant automatiquement à l'aide d'un petit moteur électrique. Ce système de fermeture, imaginé par M. Francis Bowler, constructeur naval à Brooklyn, a été expérimenté avec succès à bord de l'*Atlanta*, le nouveau croiseur américain et a été décrit dans l'*Electricien* (1900, 1er semestre, p. 209). Nous apprenons aujourd'hui qu'en présence des excellents résultats obtenus, on n'a pas hésité, en Amérique, à appliquer ce système de fermeture à bord de tous les bateaux de guerre en construction; de plus, quelques nouveaux paquebots, le *Saint-Paul*, entre autres, en ont été également pourvus. Si nous mentionnons ce fait, c'est afin de faire remarquer quelle importance on attache de l'autre côté de l'Océan à cette question des cloisons étanches, question absolument vitale et dont nous semblons cependant, en France, nous désintéresser absolument. On ne s'étonnera donc pas si, de jour en jour, les lignes transatlantiques françaises sont délaissées au profit des paquebots étrangers, mieux aménagés, plus rapides et offrant surtout beaucoup plus de sécurité. — D.

Transmission électrique de l'énergie à Oakland.

La nouvelle installation d'Oakland (Californie) a fait l'objet de nombreuses études et provoqué de longs articles de la presse américaine, qui discute les possibilités d'augmenter encore la tension du courant de transmission et la distance franchie. Dans cette installation hydraulico-électrique, établie sur la rivière Yuba, la tension initiale est de 40 000 volts et le courant est transmis à 140 milles de là (225, 200 kil) à l'aide de conducteurs de 0,015 m de diamètre faits d'un alliage de cuivre et d'aluminium. — D,

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

ALTERNATEUR RIETER DE 800 CHEVAUX
A COURANTS TRIPHASÉS

La Société anonyme Jacob Rieter, de Winterthur, avait exposé, en 1900, un alternateur triphasé de 590 kilovolts-ampères, directement accouplé à une machine à vapeur Sulzer horizontale.

Cet alternateur, que montrent les figures 1 et 2, présente la disposition générale suivante : l'induit est fixe et placé à l'intérieur de l'inducteur mobile, ce dernier constituant le volant

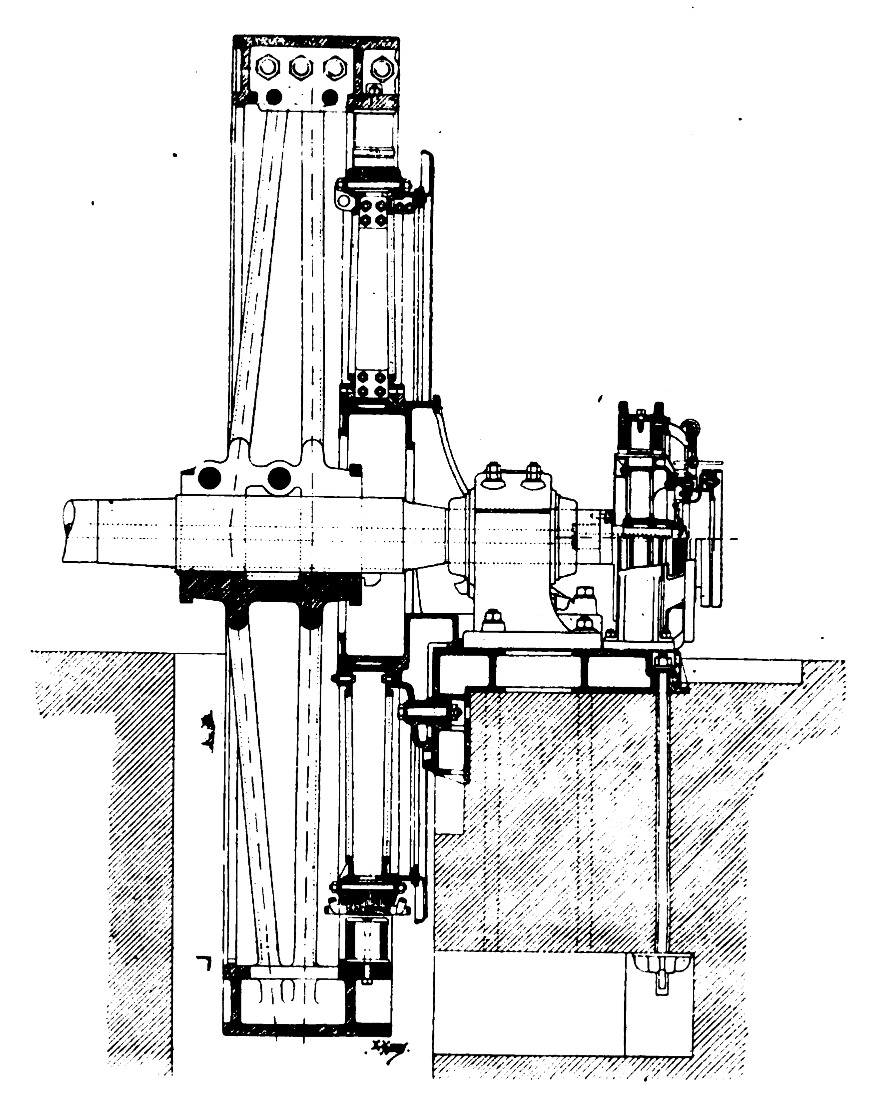


Fig. 1.

de la machine à vapeur. Cette disposition, déjà employée, du reste, se recommande plus particulièrement dans les cas où l'on a besoin d'un fort volant : à égale vitesse linéaire dans l'entrefer, elle conduit, en effet, à un moment d'inertie plus élevé, d'une part, parce que le rayon de gyration se trouve augmenté; d'autre part, parce que le volant proprement dit est forcément plus lourd, en raison du montage des noyaux en porte-à-faux. Dans le cas présent, le choix de ce dispositif se trouvait pleinement justifié, la machine à vapeur étant en tandem.

L'inducteur extérieur présente, d'ailleurs, quelques avantages accessoires : l'attraction magnétique entre l'inducteur et l'induit vient en déduction de l'effort centrifuge, de sorte que l'induit, bien que fixe, participe en quelque sorte à la résistance du volant. D'autre part, l'effort centrifuge tend à appliquer les noyaux

inducteurs sur la couronne, au lieu de tendre à les en séparer, comme dans le cas de l'inducteur intérieur.

Le volant est en fonte; il a été coulé d'une seule pièce, puis sectionné. Les pièces polaires sont en acier coulé. La machine a 60 pôles et est construite pour 100 tours par minute (fréquence 50). Chaque noyau inducteur porte 137 spires (5 couches) de fil carré, de 6 mm de côté. L'excitation absorbe 55 ampères, à 100 volts. Les épanouissements polaires sont rapportés. L'alésage des inducteurs est de 4422 mm.

L'induit est supporté par la plaque de fondation sur laquelle se trouve monté le palier de la machine à vapeur. Cet induit forme une

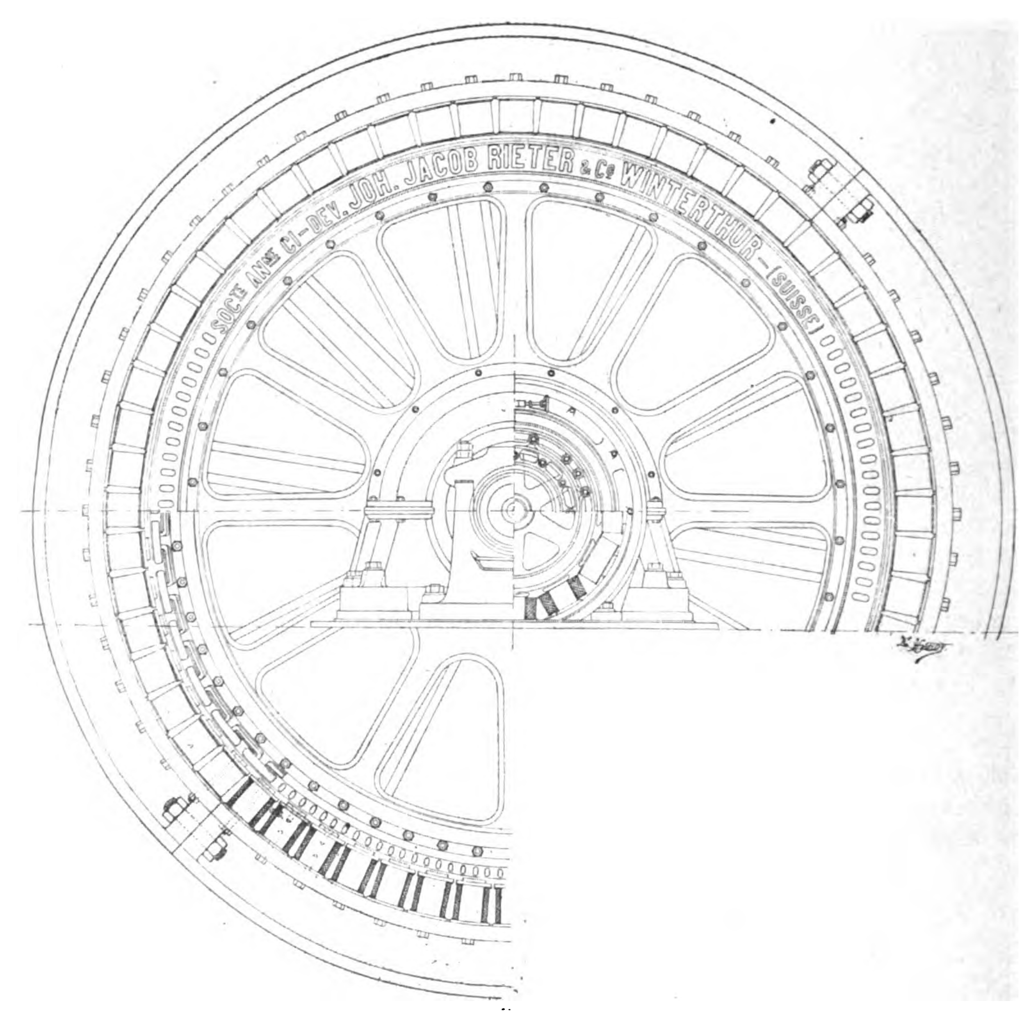


Fig 2.

sorte de volant, dont le moyeu vient se centrer sur un support qui permet de le tourner au besoin. En cas de réparation, on peut ainsi amener dans une position accessible les bobines endommagées. Le diamètre extérieur des tôles est de 4400 mm, la largeur du fer 240 mm.

L'enroulement induit est logé dans 180 rainures fermées, de 27 × 58 mm, dont chacune contient 12 conducteurs. Chaque conducteur est constitué par 3 fils de 4,2 mm, assemblés en parallèle. La tension composée est de 3300 volts et l'isolement de l'induit est obtenu par des tubes de micanite de 3 mm d'épaisseur. La résistance d'une phase est de 0,25 ohm.

L'excitatrice est montée en porte-à-faux sur le prolongement de l'arbre. Le courant est amené à l'inducteur d'une façon particulière : les deux pôles de l'inducteur aboutissent, par des conducteurs traversant l'arbre qui est creux, à deux cercles métalliques isolés, de même diamètre que le collecteur de l'excitatrice et montés à l'extérieur de la machine. Sur

ces deux cercles tournants viennent s'appuyer des balais montés sur les tiges (prolongées) des porte-balais de l'excitatrice.

F. DROUIN.

SUR LES MESURES MAGNÉTIQUES
PAR LA MÉTHODE BALISTIQUE

Dans la série d'articles publiée dernièrement dans l' « Electricien » (1) sur les mesures magnétiques industrielles, nous avons sommairement indiqué, sans la décrire, la méthode balistique ou des variations de flux, considérant cette méthode comme étant plutôt du domaine du laboratoire, à cause des manipulations longues, délicates et laborieuses qu'elle comporte. Grâce à l'emploi des instruments industriels précédemment décrits, la méthode balistique n'est plus guère employée actuellement que pour étudier, une fois pour toutes, les échantillons de fer qui accompagnent ces instruments et qui servent d'étalons de comparaison.

Pour répondre à un désir qui nous a été maintes fois exprimé, nous allons décrire, aussi complètement que possible, le mode opératoire à employer pour effectuer des mesures magnétiques par la méthode balistique, afin de fournir à ceux qui le désireront les renseignements nécessaires, soit pour vérifier l'étalonnage des échantillons qu'ils possèdent, soit pour établir d'autres types de comparaison.

*
* *

Le coefficient de perméabilité μ d'un échantilllon est donné par la relation $\mu = \frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}}$, $\mathcal{B}$ étant l'induction développée par une force magnétisante $\mathcal{H}$ dans l'échantillon à étudier. Pour les métaux magnétiques, ce coefficient numérique μ n'a de signification que lorsqu'on indique à quelle induction il correspond. Il varie dans de très grandes limites pour divers échantillons, suivant l'induction à laquelle se rapporte le coefficient et aussi suivant les inductions antérieures auxquelles un échantillon donné a été soumis. Il est donc nécessaire de tracer, pour un échantillon donné, une courbe des valeurs de sa perméabilité en fonction de l'induction.

Cette courbe peut être avantageusement remplacée par celle des inductions $\mathcal{B}$ en fonction de la force magnétisante $\mathcal{H}$, l'une se déduisant de l'autre, car elle limite une surface qui représente, pour une induction maximum donnée, la perte hystérétique par cycle, lorsque l'échantillon est soumis à des variations de flux périodiques. Cette courbe est appelée *boucle d'hystérésis.*

Les valeurs de $\mathcal{B}$ et de $\mathcal{H}$ se mesurent séparément. La méthode balistique permet de mesurer la valeur de $\mathcal{B}$; quant à la valeur de H, elle se détermine au moyen d'une mesure d'intensité de courant.

D'une façon générale, l'échantillon à étudier doit avoir une section bien constante et assez petite (moins de 2 cm²), et faire partie d'un circuit magnétique fermé.

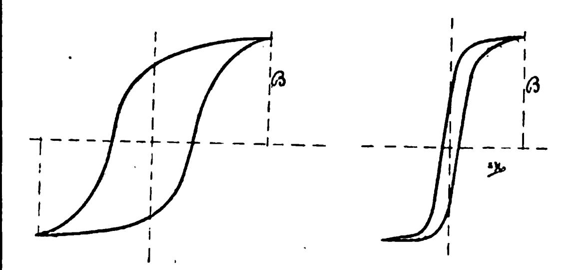


Fig. 1. — Boucles d'hystérésis de surfaces très différentes se rapportant à un fer de qualité ordinaire et à un bon acier coulé.

Quand ce circuit comprend d'autres pièces que l'échantillon, on doit leur donner une section relativement grande. On néglige souvent la réluctance de ces pièces ainsi que celle des joints, mais cette négligence peut introduire des erreurs de 15 à 30 0/0 dans les résultats. En effet, bien que la section des pièces accessoires du circuit magnétique soit grande, il ne s'ensuit pas pour cela que leur réluctance soit faible, car le flux qui produit dans l'échantillon une induction élevée n'en développe qu'une très faible dans les parties de grande section de ce circuit magnétique. Dès lors, leur perméabilité, à cette induction réduite, est petite et, en fait, 15 à 30 0/0 de la force magnétomotrice totale appliquée peuvent être nécessaires pour vaincre les réluctances autres que celle de l'échantillon.

Dans l'étude d'un échantillon destiné à servir ultérieurement d'étalon, il est donc indispensable de toujours tenir compte des réluctances des diverses portions du circuit magnétique dont il fait partie.

(1) Voir l'*Electricien*, 1901, 1er semestre, p. 146, 177, 209, 225, 244, 305, 321 et 342.

D'un autre côté, l'échantillon à étalonner doit être choisi de manière à présenter une boucle d'hystérésis de surface appréciable (fig. 1, boucle de gauche). Si cette boucle a une surface très petite (fig. 1, boucle de droite), elle est beaucoup plus difficile à obtenir exactement, les erreurs relatives commises dans la détermination des valeurs de $\mathcal{B}$ et de $\mathcal{H}$ ayant alors trop d'importance.

Mesure de la force magnétisante $\mathcal{H}$. — Nous supposerons d'abord que le circuit magnétique fermé dont fait partie l'échantillon de longueur l ne comprend pas d'autres pièces. Soit n le nombre de spires de la bobine magnétisante enroulée autour de l'échantillon, bobine qui doit l'entourer avec le minimum de jeu pour que le flux qu'elle développe pénètre entièrement dans le métal; on a :

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi ni}{l} 10^{-1} = 1,256 \frac{n}{l} i,$$

i étant l'intensité du courant en ampères.

Généralement, la bobine recouvre toute la longueur de l'échantillon, et $\frac{n}{l}$ n'est autre que son nombre de spires par centimètre de longueur.

Pour simplifier les calculs, on dispose la bobine de manière à avoir exactement :

$$1,256 \frac{n}{l} = 10,$$

ou

$$1,246 \frac{n}{l} = 100.$$

Dans ce cas, $\mathcal{H} = 10\, i$ ou $100\, i$ gauss.

On concoit que, multipliée par l'un des facteurs 10 ou 100, l'intensité doive être mesurée avec une *grande approximation*.

Lorsqu'on se sert toujours de la même bobine magnétisante, il est commode de graduer l'ampèremètre en gauss.

Pour cela, on multiplie chaque point de la graduation en ampères par la quantité $1,256 \frac{n}{l}$ et on obtient ainsi les points d'une seconde graduation en gauss.

On conserve néanmoins la première graduation en ampères, afin de pouvoir étalonner facilement l'instrument.

Nous indiquerons plus loin comment on doit opérer pour tenir compte de la réluctance des pièces qui complètent le circuit magnétique de l'échantillon, lorsque celui-ci n'est pas fermé sur lui-même.

Mesure de l'induction $\mathcal{B}$. — Cette mesure s'effectue au moyen du galvanomètre balistique étalonné.

Les élongations α d'un galvanomètre dont la constante balistique est c mesurent les quantités q d'électricité fournies par une bobine, dite *bobine d'épreuve*; lorsqu'elle subit des variations de flux et que, fermée sur le galvanomètre, elle s'y décharge, on a :

$$q = \frac{\alpha}{c}.$$

Soit $\Phi - \Phi'$, la variation de flux que subit la bobine d'épreuve, n son nombre de spires et r la résistance totale du circuit de décharge, circuit comprenant la bobine d'épreuve, le galvanomètre et au besoin une résistance additionnelle. On a :

$$q = (\Phi - \Phi') \frac{n}{r} = \frac{\alpha}{c}.$$

Si la bobine est placée autour d'un échantillon de section s, et dont l'induction varie de $\mathcal{B}$ à $\mathcal{B}'$, on a évidemment aussi :

$$q' = (\mathcal{B} - \mathcal{B}') \frac{ns}{r} = \frac{\alpha'}{c},$$

puisque $\Phi = Bs$.

Lorsqu'on exprime Φ en maxwells, $\mathcal{B}$ en gauss, s en centimètres carrés et r en ohms, q représente des microcoulombs.

La relation $q = \frac{\alpha}{c}$ ne s'applique que si la durée de variation de flux subie par la bobine d'épreuve est très petite relativement à la période d'oscillation du galvanomètre.

En réalité, la décharge de la quantité q d'électricité doit être terminée au moment où l'équipage mobile du galvanomètre commence à dévier.

On arrive à rendre la variation du flux très rapide, soit en retirant brusquement la bobine d'épreuve du champ dans lequel elle se trouvait, soit en agissant sur le courant magnétisant au moyen d'un interrupteur à rupture rapide.

La période d'oscillation du galvanomètre doit être de 8 à 10 secondes. Cette durée, qui se règle en faisant varier le moment d'inertie de l'équipage mobile, est nécessaire pour que l'œil ait le temps de bien saisir la position extrême que vient occuper le spot sur l'échelle à la fin de l'élongation.

La lecture doit être faite avec beaucoup de soin; en effet, on fait souvent varier l'induction

d'un échantillon de + 18 000 à — 18 000 gauss, soit une variation de 36 000 unités. D'autre part, il ne faut guère dépasser 200 divisions de l'échelle, comme élongation maximum du galvanomètre. Dans ces conditions, chaque division correspond à $\frac{36\,000}{200} = 180$ gauss.

L'échantillon à étudier est tout d'abord travaillé de manière à présenter une forme convenable et une section bien uniforme. Il est ensuite recuit, puis recouvert d'un enroulement magnétisant dans lequel il pénètre à frottement doux. La bobine d'épreuve est enfin enroulée soit pardessus la bobine magnétisante, soit en un point donné de l'échantillon.

Nous examinerons d'ailleurs plus loin les différentes dispositions qu'on peut adopter.

J.-A. MONTPELLIER et M. ALIAMET.

(*A suivre.*)

SUR L'AFFINAGE DU CUIVRE

ET DE SES ALLIAGES

L'emploi du cuivre dans l'industrie tient une place si considérable, soit en ce qui concerne les applications de l'électricité, soit dans la technique des alliages, que toutes les améliorations apportées dans le traitement de ce métal sont dignes d'attirer l'attention.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnisches Echo* quelques détails d'une courte étude qu'il vient de consacrer à cet objet.

Tout le monde sait que les métaux étrangers, comme le fer, le plomb, l'antimoine, le bismuth, etc., que contiennent la plupart des cuivres du commerce, ont une action des plus défavorables sur les qualités du métal auquel ils sont unis. Même en quantité minime, ils rendent le cuivre dur et cassant, au rouge comme aux basses températures. C'est pour cette raison qu'on emploie de préférence, pour les différents usages, le cuivre électrolytique, débarrassé de tout métal étranger.

Mais le traitement de ce cuivre pur ne va pas sans difficulté. Les barres de métal brut, suivant qu'on veut les transformer en fils, en plaques ou en objets divers, doivent être fondues et coulées dans des moules appropriés. Or, à l'état de fusion, tous les cuivres absorbent de l'acide sulfureux, de l'oxyde de carbone et de l'oxygène en quantités variables et souvent considérables. Ces gaz ne s'échappent qu'en partie pendant le refroidissement et il en résulte un produit poreux, boursouflé, en même temps qu'une montée dans le moule. Un tel cuivre est inutilisable par l'étirage en fils, la fabrication des tubes, etc.

Une partie de l'oxygène absorbé s'unit par la suite avec le cuivre pour former du protoxyde de cuivre, dont le métal contient souvent 2 0/0 et plus, et cet oxyde déprécie le meilleur cuivre. Il le rend en effet peu fusible, forme à l'intérieur de la masse des taches blanches connues sous le nom de taches de cendre, et le cuivre qui la contient se fendille sous le marteau, soit à froid, soit à chaud. La cassure du métal présente un grain grossier, des stries même, avec une couleur rouge brique; la solidité et la malléabilité sont en outre considérablement amoindries. Mais la conductibilité est par dessus tout atteinte, de telle sorte qu'un cuivre contenant une grande quantité de protoxyde est complètement inutilisable pour l'électricité.

Parmi les moyens employés pour débarrasser le cuivre de fusion des gaz absorbés et du protoxyde, se place en première ligne le procédé au magnésium, métal facilement oxydable. Les plus grandes usines d'Allemagne qui se livrent à la fabrication du cuivre pour les câbles, les conducteurs divers et les appareils électriques emploient le magnésium, de la façon suivante.

Le cuivre est fondu suivant la méthode ordinaire. Lorsque la masse est prête à être coulée, on enlève superficiellement les impuretés, et on plonge dans le bain le magnésium, préalablement chauffé au point convenable, sous forme de cubes ou de barres comprimées à la presse hydraulique.

La meilleure manière de procéder pour ce faire est d'attacher, au moyen d'un fil de cuivre, le magnesium à l'extrémité d'une tige de cuivre, et d'introduire le tout, simultanément, dans la masse en fusion. Il est également avantageux, pour éviter une trop grande perte de métal par combustion, d'entourer le magnésium d'une sorte de poche faite d'une mince feuille de cuivre.

Le magnésium fondu se divise dans la masse et entre aussitôt en action.

L'oxygène libre absorbé, de même que celui qui se trouve uni à l'acide sulfureux, à l'oxyde de carbone et au protoxyde de cuivre, se combine avec le magnésium pour former de la magnésie, qui monte en forme de scorie à la surface, où le soufre, mis en liberté, et le carbone viennent brûler également. Le cuivre du protoxyde, de son côté, s'incorpore à la masse. Le bouillonnement violent qui se produit au moment de l'introduction du magnésium, accélère le phénomène, et en peu de temps, le bain métallique, débarrassé de toute substance étrangère, est prêt pour le moulage.

Lorsque l'opération a été effectuée convenablement, le produit est absolument compacte. La cassure est à grain serré et fin, et présente une couleur chair avec un brillant soyeux. Le cuivre ainsi obtenu est excellent, principalement pour les machines et les conducteurs d'électricité.

Le procédé qui vient d'être décrit a été cepen-

dant récemment simplifié. Son emploi n'était pas en effet sans inconvénient. L'introduction du magnésium dans la masse en fusion est une opération délicate qui suppose une grande dextérité de la part de l'ouvrier et une longue habitude; elle offre, au surplus, quelque danger, car, si elle est faite maladroitement, le magnésium, au lieu d'entrer en action à l'intérieur de la masse, remonte à la surface et, en y brûlant, est projeté de tous côtés.

Cet inconvénient disparaît si le magnésium est employé sous forme d'alliage avec le cuivre. Mais jusqu'à ces derniers temps, il était presque impossible de fabriquer un alliage de cuivre et de magnésium d'une teneur élevée en ce dernier métal. Si l'on allie, en effet, de grandes quantités de cuivre et de magnésium, toute la masse brûle au creuset, et par suite de la grande perte de métal qui en résulte, on n'obtient qu'un alliage dont la teneur est complètement inconnue, et dont le prix de revient est plus élevé, bien entendu, que celui du magnésium pur.

La « Aluminium-und magnésium Fabrik », à Hemelingen, réussit aujourd'hui, en appliquant un procédé breveté, à fabriquer à bas prix un alliage de magnesium et de cuivre dont la teneur est garantie. Cette découverte est du plus haut intérêt pour tous les industriels du cuivre, et il est certain que dans un délai restreint, l'ancien mode d'emploi du magnésium sera partout supplanté par la mise en œuvre du nouvel alliage.

Cet alliage contient ordinairement 50 0/0 de cuivre et 50 0/0 de magnésium; il est préparé avec du cuivre électrolytique de la plus grande pureté, uni à du magnésium à peu près chimiquement pur. Son poids spécifique est 2,97, il entre en fusion à la température de 450° C; la couleur est gris-rouge. Il est cassant et se laisse facilement réduire, au marteau, en menus fragments.

Son introduction dans le cuivre en fusion ne présente ni les inconvénients, ni les dangers signalés plus haut à propos de l'ancien procédé. Il réussit, d'ailleurs, aussi bien que ce dernier, sans que son emploi offre la moindre difficulté; il s'allie parfaitement au cuivre, sans aucune perte ni déchet. Les expériences tendent même à démontrer que le magnésium a, sous cette forme, une action plus rapide et plus complète que le magnésium pur.

Dans la plupart des cas, 50 grammes d'alliage suffisent par 100 kg de cuivre. Il est avantageux cependant, et c'est ce que l'expérience a montré, d'introduire au début de l'opération 20 gr seulement par 100 kg et d'augmenter progressivement la quantité d'alliage jusqu'au moment où se produit l'effet désiré. L'addition à la masse en fusion des quantités d'alliage plus considérables, 100 gr et au-dessus, influe de la manière la plus satisfaisante sur l'homogénéité et la solidité du cuivre.

Ce procédé qu'on ne saurait trop recommander, est applicable, non seulement au cuivre mais encore à ses alliages, comme le bronze, le laiton, etc. Là encore, 50 gr d'alliage suffisent pour 100 kg de métal traité. Les produits de la fusion présentent les qualités déjà énumérées et sont d'un grain fin et égal.

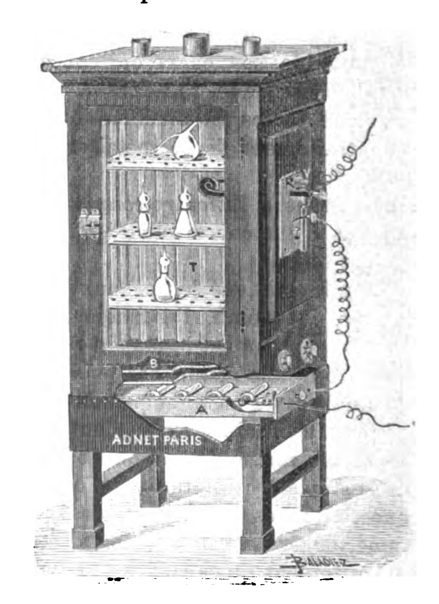
Il est encore à considérer que pour un même but les cuivres contenant du magnésium sont à préférer à ceux renfermant du phosphore ou du manganèse. Un léger excès de magnésium ne peut, en effet, avoir qu'une influence favorable sur la solidité du cuivre, tandis que celui-ci se trouve déprécié par un même excès des deux autres métaux.

Il est hors de doute, et d'ailleurs les expériences continuent à cet égard, que du cuivre ou un alliage de cuivre contenant 5 0/0 de magnésium, sont parfaitement utilisables et constituent des métaux dont la qualité ne laisse rien à désirer.

E. FROMENT.

ÉTUVES A CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE ADNET

La maison Adnet avait présenté à l'Exposition des étuves pour bactériologie et cultures chauffées électriquement.



Le modèle représenté par la figure ci-dessus est une étuve chauffée par des lampes à incandescence. Les lampes employées sont à ampoules cylindriques; elles sont poussées à l'incandescence normale et sont par conséquent identiques à celles que l'on trouve couramment dans le commerce. Le constructeur a voulu éviter l'emploi de lampes spéciales que l'on

se procure difficilement. Ces lampes sont montées en dérivation et fonctionnent sur le courant normal à 110 volts; elles sont installées dans un petit tiroir placé, comme on peut le voir sur la figure, à la partie inférieure de l'étuve. De cette partie de l'étuve partent une série de tubes en cuivre rouge qui sont disposés le long des parois et ont pour but de répartir uniformément la chaleur à l'intérieur de l'appareil. Cette température est maintenue constante à l'aide d'un régulateur basé sur la dilatation des métaux dont le fonctionnement est très simple.

Le régulateur de température est constitué par une bande épaisse de laiton qui est contournée dans sa partie médiane, de façon à former deux spires; les deux parties rectilignes qui sont ramenées parallèlement entre elles sont : l'une, fixée sur une des parois latérales de l'étuve; l'autre, libre de se déplacer sous l'action de la dilatation; l'extrémité de cette dernière branche traverse la même paroi de l'étuve par un orifice convenablement ménagé et porte une vis qui la traverse de part en part, de façon à pouvoir dépasser plus ou moins de la bande métallique. Cette vis, qui sert à effectuer le réglage, vient aboutir vis-à-vis d'un petit cylindre de laiton fixé sur la paroi extérieure de l'étuve et isolé de cette dernière.

Le courant aboutissant à ce dernier cylindre arrive aux lampes quand celui-ci est en contact avec la vis et le circuit est fermé.

Pour régler la température de l'étuve, on met les lampes en lumière et on manœuvre la vis de réglage de façon à ce que l'interruption du courant se produise quand la température désirée est atteinte. A partir de ce moment la température baisse à l'intérieur de l'étuve; mais comme la bande métallique du régulateur qui est disposée à l'intérieur prend la même température, elle se contracte et le mouvement qui en résulte a pour effet de rapprocher les deux branches et de rétablir le contact. Le mouvement inverse se produit dès que la température de réglage est légèrement dépassée.

Ce régulateur ayant une masse assez grande ne se met pas en équilibre immédiat avec l'étuve, mais il est très suffisant pour ce genre d'appareils; la température n'a besoin d'être réglée qu'à deux degrés près et ce dispositif présente une bien plus grande sécurité de fonctionnement que les appareils plus sensibles qui sont toujours en équilibre instable.

Dans un autre modèle d'étuves, la chaleur est obtenue par le passage du courant à travers une résistanee liquide. Cette résistance est constituée par une légère couche d'eau comprise entre deux électrodes. L'eau est contenue dans un récipient cylindrique en cuivre placé à la partie inférieure de l'étuve; à l'intérieur de ce récipient sont disposés deux disques en cuivre qui sont isolés des parois et auxquels sont reliées les deux bornes d'arrivée du courant. Les étuves étant établies pour une température déterminée, la distance des disques est réglée par le constructeur; pour une même différence de potentiel entre les disques, cette distance doit, bien entendu, être d'autant plus grande que la température à atteindre est plus basse, et on réalise ainsi des étuves à températures variables.

Un régulateur de température identique à celui que nous venons de décrire est adjoint à cette étuve.

Il paraît que ce procédé de chauffage est très économique et donne d'excellents résultats.

M. Adnet a fait des essais pour appliquer ce procédé aux étuves de stérilisation (1).

A. Bainville.

LA NAVIGATION SOUS-MARINE

Il y a un regain d'actualité sur la question de la navigation sous-marine; on s'en occupe de tous côtés, en France comme à l'étranger; les théories se multiplient, les discussions s'animent, de nouvelles propositions sont suggérées. C'est qu'il existe maintenant, un peu partout, de véritables flottes de torpilleurs sous-marins; nous savons, en effet, que la marine française en comptera 21 d'ici très peu de temps, l'Angleterre 6, l'Amérique 2 ou 3, l'Italie 2, l'Allemagne 2 également. Le premier modèle préconisé constituait le véritable sous-marin exclusivement actionné par l'énergie électrique, tels, en France, le *Gymnote* et le *Gustave Zédé*; mais, en présence du rayon d'action très restreint que les accumulateurs permettaient, un autre type a bientôt prévalu : le type submersible, actionné à la surface par un moteur à pétrole ou à gazoline; l'électricité étant seulement réservée pour les plongées et les immersions. L'avantage était incontestable, et le *Holland* en Amérique et en Angleterre, le *Morse* et le *Narwal* en France, ont démontré leur grande supériorité sur les modèles précé-

(1) Constructeur : M. Adnet.

dents. Cette question résolue, il en reste d'autres encore peu discutées et qui, pour ne pas être dépendantes de la structure même du sous-marin, n'en sont pas, pour cela, moins importantes et primordiales. Il s'agit, en effet, de bien déterminer le rôle que doit jouer le torpilleur sous-marin dans une guerre maritime, et ensuite d'examiner s'il ne serait pas possible de vulgariser, ou mieux, de populariser son emploi et de l'admettre, dès maintenant, à un usage commercial et utilitaire. La guerre, devant être regardée comme un accident dans la vie d'un peuple, ne peut prétendre absorber toutes les grandes découvertes à son unique profit; il ne faut donc pas que la navigation sous-marine soit accaparée pour un but de destruction, mais, au contraire, qu'elle serve à faciliter encore les communications amicales et industrielles des continents; elle doit devenir un lien et non rester un épouvantail.

Jadis, lors de la construction des premiers torpilleurs sous-marins, le savant vice-amiral Pâris avait déjà exprimé de tels regrets à l'Académie des sciences. Il espérait voir la navigation sous-marine tendre vers un but moins meurtrier et plus noble que la dévastation d'une flotte de cuirassés et de plusieurs milliers d'existences; il souhaitait que, pourvus d'une coque plus résistante, les sous-marins pussent pénétrer dans les profondeurs de l'Océan et explorer, à l'aide de fanaux électriques puissants, les régions inconnues que la sonde seule laisse deviner, mais qui contiennent certainement des merveilles non encore conquises.

Déjà, une société américaine avait imité la tentative de MM. Migliaro qui avaient lancé à Savone (Italie), en 1892, un sous-marin, *Audace*, destiné à la pêche et à la recherche des épaves; la navigation sous-marine se trouvait ainsi appliquée à une œuvre de sauvetage et de philantropie intéressé, et nos lecteurs peuvent se souvenir que l'*Argonaute* (1) consacre tous ses moyens de sous-marin à la recherche d'épaves et de navires naufragés. Mais ce sont là de trop raresexceptions que l'on aimerait cependant à voir se généraliser. Après les essais définitifs du *Holland*, quelques journaux d'Amérique, trop enthousiastes, annoncèrent à grand fracas sa prochaine traversée de l'Océan. Cette nouvelle, que nous avons reproduite dans ces colonnes, en émettant plus que des doutes, vient d'être, pour ainsi dire, démentie par le constructeur lui-même, M. John P. Holland, dans une conférence qu'il a faite au Carnegie Lyceum. « Les bateaux sous-marins ne seront jamais des bateaux transatlantiques », a-t-il dit. Mais il ajoute que, pour de courtes distances, la navigation sous-marine lui paraît offrir des avantages considérables sur la navigation à la surface. Il prend comme exemple la traversée de la Manche (que l'on s'obstine, nous ne savons pourquoi, à appeler là-bas, comme en Angleterre, le *canal anglais*), et il fait remarquer que peu de voyages n'offrent autant de désagréments matériels et même de dangers que cette courte traversée. Le brouillard règne souvent dans la Manche, la houle y est toujours très accentuée, et il n'est pas d'endroit cependant plus fréquenté; les collisions sont donc toujours à craindre.

La navigation sous-marine supprime tous les dangers, tous les inconvénients même. Plus de mal de mer, mystérieuse et douloureuse maladie s'il en fût, qui s'attaque, sans raison apparente, à tant de passagers et même à des matelots endurcis; avec le bateau sous-marin immergé à quelques mètres, avec la propulsion électrique, il n'existe plus de mouvements désordonnés, de nausées provoquées par l'odeur de l'huile chaude. Les collisions seraient également évitées, car rien ne serait plus facile que d'assigner d'avance une profondeur de 15 m par exemple pour les trajets de France en Angleterre et une profondeur de 25 m pour les voyages inverses. M. Holland a pensé à la grande objection faite à la navigation sous-marine : la vision qui, comme on le sait, est absolument nulle dès que l'on arrive à une profondeur de quelques mètres; il y supplée par des câbles directeurs qui pourraient être tendus d'une côte à l'autre et qui serviraient ainsi de guide au sous-marin.

Dans son généreux enthousiasme, M. Holland voit déjà son projet réalisable, et même réalisé; il laisse entrevoir à ses auditeurs le salon luxueux et bien éclairé où prennent place, à Douvres, les passagers pour Calais, et il les y transporte en quelques instants, en toute sûreté, soumis à une température absolument constante, sans leur imposer la désagréable sensation du froid ou de la chaleur, sans secousse, sans roulis ni tangage et il ajoute : « Ce n'est pas un rêve, c'est simplement le récit d'un voyage que j'espère accomplir prochainement. »

Malheureusement, les projets de M. Holland, pour ne pas être des rêves, ne sont pas encore des actualités et, sans désespérer d'un avenir plus ou moins lointain, nous nous voyons

(1) Voir l'*Electricien*, 1898, 1er semestre p. 209.

obligés d'en revenir, pour le présent, à des suggestions plus belliqueuses. Les intentions humanitaires des promoteurs eux-mêmes de la navigation sous-marine ne furent d'ailleurs que très fugitives et cette navigation semble ne pouvoir exister qu'à condition d'être militante.

Dans cette même conférence, M. Holland, l'inventeur d'un torpilleur sous-marin, ne pouvait oublier, malgré ses idéales visions, le rôle actuel de la navigation sous-marine dans une guerre navale. Il le définit d'une manière fort curieuse, avec de nouveaux aperçus qui font même ressortir la trop absolue efficacité de ces torpilleurs.

Pour lui, il n'y a aucune défense possible contre un sous-marin, et, en effet, dit-il, comment le combattre? On ne peut même pas lui opposer un autre sous-marin puisque la vision est absolument nulle? Où trouver l'ennemi? Les cuirassés au mouillage, les ouvrages avancés, digues, forts..., sont, d'après M. Holland, à sa merci; ils sont d'avance destinés à une destruction pour ainsi dire inévitable. Les barrages, les torpilles coulées, les réseaux de torpilles mouillées à travers une passe ne sont pas suffisantes, car d'abord les postes d'inflammation ignoreront l'attaque invisible et, d'autre part, il sera toujours possible à un sous-marin de détruire lui-même les obstructions sous-marines avant de se risquer dans un chenal. D'un autre côté, un blocus hermétique est impossible avec un ou plusieurs sous-marins qui pourront toujours franchir la ligne d'investissement et même la détruire.

Il ressortirait des conceptions de M. Holland, en les admettant dans toute leur intégralité, que le torpilleur sous-marin, engin tout-puissant et invincible, est à ce point redoutable qu'il est inutile de chercher à en éviter les coups. Nous en déduirons donc sans effort que, dans ces conditions, toute guerre navale est impossible, puisque, sans profit pour personne, toutes les flottes belligérantes seront détruites dès les premiers engagements!

Il est, par suite, préférable à tous les points de vue de rechercher, ainsi que nous le disions en commençant, d'autres applications plus utiles à la navigation sous-marine.

Georges Dary.

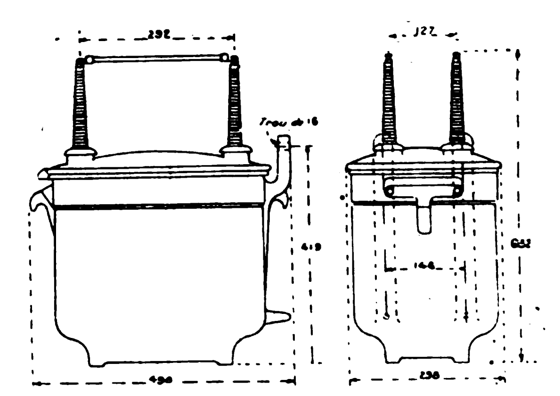
TRANSFORMATEURS

POUR INSTRUMENTS DE MESURE

MODÈLE THOMSON-HOUSTON

Les constructeurs emploient généralement des transformateurs d'éclairage et les appliquent aux instruments de mesure en supposant que leur rapport de transformation reste le même : mais ce rapport variant suivant la charge du transformateur d'éclairage de 2 1/2 à 3 0/0, cette pratique est sujette à de sérieuses objections, surtout si l'on songe à la peine que prennent généralement les constructeurs pour établir des instruments de mesure exacts à 1 0/0 près, peine perdue puisque les transformateurs ne le sont qu'à 2 et 3 0/0 près.

Les transformateurs les plus convenables pour cette application spéciale sont établis pour garder un rapport de transformation constant dans toute



Transformateurs pour instruments de mesure.

l'étendue de la charge ne dépassant pas la puissance nominale du transformateur.

Le plus petit transformateur de la série établie par la Compagnie Thomson-Houston a une puissance de 10 watts, puissance suffisante pour alimenter un wattmètre et la bobine de fil fin d'un compteur « Thomson ». Avec un compteur d'induction, il faudrait 25 volts-ampères au secondaire du transformateur.

Les transformateurs employés pour des circuits de 3300 volts ont une puissance nominale de 50 w, ce qui limite la consommation des appareils alimentés par eux à 50 volts-ampères : par exemple, un transformateur de 50 watts peut, en dehors d'un voltmètre ou d'un compteur, alimenter encore une lampe pilote. Le montage d'une lampe pilote sur un transformateur de voltmètre est, en effet, désirable dans certains cas spéciaux, mais le plus généralement, c'est le contraire qui arrive.

Tous les transformateurs de potentiel peuvent être appliqués à la synchronisation des machines, pourvu que les lampes ne soient pas laissées en circuit plus longtemps que la durée de la synchronisation.

Certains des transformateurs de la série ont plusieurs enroulements et peuvent donner plusieurs voltages de transformation.

Ils sont généralement montés sur marbre, et entourés de tôles découpées jusqu'à 3500 volts : au delà, ils sont hermétiquement enfermés dans des boites de fonte remplies d'huile; ces boites portent à leur sommet les supports de fusibles protégeant les enroulements primaires.

GALLUS.

JURISPRUDENCE

(Suite et fin (1)

L'affaire de l'éclairage électrique de Menton devant le Conseil de préfecture des Alpes-Maritimes.

La Compagnie Génevoise voulut alors protester, mais il était trop tard : le 7 juillet, le Conseil municipal, réuni en séance extraordinaire, décidait qu'il n'y avait pas lieu de s'arrêter à ces protestations et réglait définitivement les conditions dans lesquelles l'administration municipale devait traiter avec M. Nouvelle.

C'est dans ces conditions que la Compagnie Génevoise prit le parti d'intenter un procès à la ville de Menton devant le Conseil de préfecture des Alpes-Maritimes, demandant au Conseil qu'il lui plût : « Déclarer que le refus de la Compagnie Génevoise d'accepter un autre cahier des charges, pour l'éclairage électrique, que celui des villes de Paris, Marseille ou autres villes égales et similaires à la ville de Menton, modifié s'il y avait lieu, dans les conditions de l'article 45, ne constituait pas le refus spécifié dans l'article 46 du contrat de 1885; qu'en conséquence la Compagnie Génevoise était maintenue en son droit exclusif à l'éclairage de Menton, la concession accordée à M. Georges Nouvelle demeurant nulle et non avenue, avec défense d'y donner suite; subsidiairement, nommer des experts chargés de dresser un cahier des charges de l'éclairage électrique de Menton, sur les bases posées dans l'article 45 du traité du traité du 18 mars 1885; condamner la ville de Menton aux frais et dépens... »

Une telle demande tendait évidemment à obtenir du Conseil de préfecture deux expertises : première expertise à l'effet de déterminer si le cahier des charges de l'éclairage électrique arrêté par le Conseil municipal était ou n'était pas conforme aux conventions de l'article 45; et, dans ce dernier cas, deuxième expertise, celle-ci absolument invraisemblable d'ailleurs, à l'effet de dresser le cahier des charges du nouveau mode d'éclairage; et comme la Compagnie espérait bien voir le Conseil de préfecture décider que les choses devraient, avant toute solution définitive, être remises en l'état et que, par suite, la concession accordée à M. Nouvelle devrait être considérée comme nulle et non avenue, on voit tout de suite que si le Conseil de préfecture avait accueilli favorablement les prétentions de la Compagnie du gaz, l'établissement de l'électricité aurait été renvoyé aux calendes grecques.

Malheureusement pour la Compagnie Génevoise, mais fort heureusement pour la ville de Menton, le Conseil de préfecture des Alpes-Maritimes n'a pas suivi la Compagnie sur le terrain si habilement choisi par elle : il a estimé que de toutes les circonstances de la cause se dégageait le désir de la Compagnie d'ajourner indéfiniment sa réponse sur la question de l'application de l'éclairage électrique et qu'elle devait être considérée comme déchue de ses droits sur le nouveau mode d'éclairage, du fait d'avoir laissé écouler, sans donner de réponse ferme, tous les délais qui lui avaient été accordés pour l'exercice de son droit d'option.

Voici, au surplus, le texte de l'arrêté, remarquablement motivé, rendu, le 2 mars 1901, par le Conseil de préfecture :

Vu..., etc;

Ouï, à l'audience du 23 février 1901, M. Roche, conseiller, en son rapport; ouï Me Funel, avocat, pour la Compagnie du gaz demanderesse; ouï Me Sirey, avocat à la Cour d'appel de Paris, pour la ville de Menton défenderesse; ouï M. Elisé de Saint-Albert, remplissant, en l'absence de M. le Secrétaire général, les fonctions de commissaire du gouvernement, en ses observations et conclusions;

L'affaire ayant été mise en délibéré et renvoyée à ce jour pour le prononcé de la décision;

Considérant que l'article 45 du traité de concession de l'éclairage par le gaz à la Compagnie Génevoise en date du 18 mars 1885 est ainsi conçu : « Dans le cas où la ville VOUDRAIT adopter un nouveau système d'éclairage, la compagnie concessionnaire de l'éclairage par le gaz aurait le droit de devenir concessionnaire de l'éclairage public par le nouveau système, et, dans ce cas, elle aurait seule le droit d'établir les appareils sur ou sous les rues ou les voies publiques, pour l'exploitation du nouveau mode d'éclairage. On adopterait le cahier des charges établi à Paris, Marseille ou dans d'autres villes d'une importance égale et similaire à la ville de Menton, sauf à y introduire les modifications indiquées par l'expérience ou justifiées par la situation géographique et les conditions particulières à la ville de Menton. »

Que l'article 46 du même traité est ainsi conçu : « Dans le cas où la Compagnie du gaz NE VOUDRAIT PAS se charger de l'application du nouveau système d'éclairage, la Ville aura le droit d'en faire la concession à une autre Société; dans ce cas la Compagnie Génevoise pourra conserver l'usine, ses canalisations et ses appareils, et continuer seule le service particulier au moyen du gaz, en concurrence avec le nouveau système jusqu'au 1er janvier 1926. »

(1) Voy. l'*Électricien*, n° 546, p. 379.

Considérant que de l'article 45 sus-transcrit il résulte EXPLICITEMENT : que la première condition à remplir pour la substitution d'un nouveau système d'éclairage à l'éclairage par le gaz était que la VOLONTÉ d'adopter ce nouveau système fût manifesté par la Ville ; qu'à elle, en cette matière, appartenait toute initiative ; et que c'est de la Ville et d'elle seule que pouvait émaner une proposition de cette nature ; que du texte du même article et de son silence même, il résulte IMPLICITEMENT mais d'une manière indubitable, que le nouveau système d'éclairage à adopter éventuellement devait être généralement établi dans les mêmes conditions que le précédent, avec la même étendue dans les temps et dans l'espace, la même durée quotidienne, la même continuité annuelle ; qu'il devait embrasser le même périmètre et être subordonné au même terme d'expiration.

Considérant que, de l'article 46 sus-transcrit, il résulte explicitement que la Compagnie Génevoise du gaz devait, de son côté, exprimer sa volonté de se charger de « l'application du nouveau système d'éclairage ».

Et que du silence des deux articles 45 et 46 combinés, il résulte IMPLICITEMENT que la Compagnie du gaz n'ayant stipulé aucun délai pour manifester sa « volonté » pour exercer son droit d'option, elle s'en remettait à la Ville du soin d'impartir, au cas prévu, tel délai qu'il lui plairait, sans que la Ville fut astreinte à aucune modalité de terme, ni à aucune condition de temps ; qu'à cet égard, la Ville était souveraine, en possession d'une pleine et entière liberté d'action et n'avait de compte à rendre à personne ; que, dès lors, une simple mise en demeure suffisait, de la part de la Ville pour placer la Compagnie du gaz dans l'obligation de faire son option ; et que sitôt le délai fixé par le Ville, écoulé sans réponse ou avec réponse négative ou dilatoire de la Compagnie du gaz, la Ville avait le droit de s'adresser à un autre entrepreneur.

Considérant que, ces principes étant posés, il n'y a plus qu'à en déduire les conséquences et en faire l'application à chacune des deux parties en présence, à l'occasion du conflit qui les divise ;

Considérant que, dès le 20 décembre 1898, par une délibération municipale en date de ce jour, la ville de Menton manifestait sa « volonté », volonté prévue à l'article 45 du traité de concession, d'adopter au plus tôt l'éclairage électrique.

Que par lettre du 30 décembre 1898, cette délibétion et la « volonté » dont elle contenait l'expression était portée à la connaissance de M. le Directeur de la Compagnie Génevoise ;

Qu'à la date du 25 mars 1899, par délibération en date de ce jour, le conseil municipal manifestait à nouveau, d'une manière plus accentuée encore, sa volonté d'adopter l'éclairage électrique, et mettait la Compagnie Génevoise en demeure de se prononcer dans un délai de quinze jours à compter de la notification de la délibération dont s'agit, sur son acceptation ou son refus de faire l'application du nouveau système sur les bases d'un cahier des charges élaboré par la commission municipale de l'éclairage électrique ;

Considérant que cette délibération, avec la mise en demeure qui y était incluse, a été notifiée le 30 mars 1899, par le garde champêtre Revel de la ville de Menton à M. Bonetto, directeur de l'usine à gaz de Menton, lequel en a délivré reçu le même jour ;

Que le 13 avril 1899, M. Aubert, administrateur délégué de la Compagnie Génevoise, accusait réception à M. le Maire de Menton de la délibération du 28 mars précédent et « sollicitait » de la bienveillance de M. le Maire la prolongation « jusqu'à fin avril du délai imparti ».

Considérant que par cette demande de prolongation de délai, la Compagnie Génevoise reconnaissait implicitement : Et que la Ville avait le droit de la mettre en demeure ; et qu'elle pouvait lui impartir un délai ; et que le délai accordé était suffisant ; et que ce serait à titre entièrement gracieux et par faveur que la Ville consentirait à le prolonger ;

Considérant que c'était alors le moment pour la Compagnie Génevoise du gaz, si elle voulait sauvegarder l'intégralité de ses droits, de formuler dans les termes de l'article 46, sa « volonté » de se *charger de l'application du nouveau système d'éclairage*, sauf à discuter ensuite avec la Ville sur les conditions d'un nouveau cahier des charges à établir ;

Qu'au lieu de le faire, la Compagnie a perdu son temps et a laissé passé le terme de rigueur du 30 avril 1899, sans avoir manifesté sa *volonté de se charger de l'application du nouveau système d'éclairage* ;

Considérant que, néanmoins, M. le Maire de Menton a, par lettre recommandée, en date du 7 juin 1899, mis une dernière fois la Compagnie du gaz en demeure de se prononcer, avec avertissement que, faute par elle de le faire, il serait statué définitivement par le conseil municipal dans sa séance du 12 juin suivant ;

Que, comme par le passé, la Compagnie Génevoise a évité, dans ses lettres des 9 et 11 juin même mois, de donner aucune réponse précise et catégorique, d'accepter ou de refuser, de dire ni oui ni non, se renfermant dans le fort du privilège où elle se croyait à l'abri de toute atteinte et se contentant d'opposer à la ville de Menton des objections et des ajournements ;

Mais considérant que dès lors, et depuis le 30 avril précédent, tous les droits ou actions qui avaient pu appartenir à la Compagnie Génevoise étaient évanouis, son privilège perdu, son droit d'option périmé, sa déchéance acquise et que la ville de Menton, reprenant toute sa liberté d'action, pouvait en pleine indépendance et en toute sécurité s'adresser à un autre entrepreneur.

Par ces motifs,

Arrête :

ARTICLE 1er. — La Compagnie Génevoise du gaz est déclarée déchue, et ce depuis le 30 avril 1899 du privilège qui lui avait été conféré par les articles 45 et 46 de son traité du 18 mars 1885, pour la concession de l'éclairage public et particulier de la ville de Menton par tout autre système que le gaz.

Par voie de conséquence, est déclarée valable toute concession que la ville de Menton a pu ou pourra consentir à tout autre entrepreneur en vue du même objet.

ART. 2. — Tous les frais et dépens du procès sont mis à la charge de la dite Compagnie Génevoise

Bien que l'affaire de Menton se distingue, par certains détails, des procès de Cambrai et d'Avignon, on ne peut s'empêcher de constater que le présent arrêté est absolument conforme, sinon dans la lettre, au moins dans l'esprit, à la jurisprudence du Conseil d'Etat dans les arrêts relatifs à ces précédents procès. Il se dégage, en effet, très nettement de ces arrêts que le fait, de la part d'une compagnie gazière, d'avoir laissé écouler les délais qui lui avaient été accordés pour l'exercice de son droit d'option sur l'établissement d'un nouveau mode d'éclairage, sans donner de réponse ou en ne donnant que des réponses dilatoires, a pour conséquence d'entraîner sa déchéance des droits qu'elle s'était réservés sur l'application du nouveau système. Le Conseil d'Etat a même, tout dernièrement, dans un arrêt concernant l'affaire de Bolbec, dont nous rendrons prochainement compte, étendu cette jurisprudence au cas où la concession de l'éclairage électrique à une autre société a eu pour conséquence la résiliation des engagements pris par la Ville avec la Compagnie du gaz, au sujet de l'éclairage public. Il semble, dans ces conditions, que dans le cas où l'affaire de Menton serait portée par la Compagnie Génevoise devant le Conseil d'Etat, la décision, fort bien rendue, du Conseil de préfecture des Alpes-Maritimes aurait les plus grandes chances d'être confirmée.

Charles Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 18 juin 1901.

L'institution anglaise des ingénieurs électriciens. — Le programme du voyage des ingénieurs électriciens anglais en Allemagne vient d'être publié. Cette excursion comprend trois parties; la première constitue la visite à Berlin, l'autre à Dresde et le troisième se compose de plusieurs autres villes présentant un intérêt particulier comme Nuremberg, Frankfort, etc. On quittera Londres le samedi soir, 22 juin; ceux qui limiteront leur voyage à Berlin pourront être revenus le 27; ils y visiteront : la station centrale génératrice, le musée d'électricité et les ateliers de MM. Siemens et Halske à Charlottenbourg; le nouveau chemin de fer électrique élevé, l'usine à câbles de l'Allgemeine Elektricitats Gesellschaft, le tunnel qui s'étend sous la Sprée, le chemin de fer électrique d'essai à grande vitesse, le bureau central téléphonique, les ateliers de la Compagnie Ludwig Loewe, ceux de la Union Elektricitäts Gesellschaft, l'Ecole électrotechnique du docteur Slaby et les ateliers de la Compagnie Nile Tool. Bien entendu, il y aura de nombreuses réceptions, dîners, banquets, organisés par MM. Siemens et Halske et l'A. E. G. Le 27 juin, pour réaliser la seconde partie du programme, on partira pour Dresde où l'on sera reçu par la Société allemande électrotechnique. Une séance générale aura lieu et on y entendra plusieurs travaux, puis on visitera les stations d'énergie électrique de Dresde, les ateliers des accumulateurs Saxon, les usines d'électricité du chemin de fer de Dresde, etc. Le 1er juillet aura lieu le départ pour Nuremberg où se trouvent les ateliers de la compagnie Schuckert; le 3 juillet, rendez-vous à Franfort pour la visite aux établissements Lahmeyer et à la station centrale; enfin d'autres excursions sont encore inscrites au programme comme les stations d'électricité de Wiesbaden, celle de Hombourg; les tramways électriques de Saalburg, le matériel électrique des mines d'Essen, les écluses actionnées électriquement du canal de Dortmund.

On peut se rendre compte par cette énumération du caractère essentiellement pratique de ces visites et des enseignements variés que l'on peut en retirer. Les ingénieurs électriciens anglais ont été longtemps accusés d'être en retard sur leurs collègues du continent quant à la pratique de l'électricité et on peut se rappeler qu'il y a deux ans environ, pour répondre à ce reproche un voyage en Suisse avait été organisé avec un succès considérable. Cette année, la visite en Allemagne est pleine de promesses et il sera intéressant de noter les impressions et observations des ingénieurs anglais, à leur retour, sur le matériel et sur l'industrie électrique de l'étranger.

***

Télégraphie sans fil en Angleterre. — M. G. Marconi vient de donner lecture devant la Société des arts de Londres d'un travail sur divers progrès réalisés récemment par lui dans la télégraphie sans conducteurs. Entre autres choses, il montre que l'accord du récepteur avec le transmetteur a permis d'obtenir des résultats excellents sur des distances considérables et avec une faible hauteur. C'est ainsi que des signaux ont été transmis facilement à 50 km avec un cylindre de 0,10 m de diamètre et élevé de 1,25 seulement. Cela a donné l'idée de construire des appareils militaires qui pourraient rendre, en campagne, de très grands services. M. Marconi a réussi, d'autre part, à établir une installation complète sur une voiture à vapeur. Sur le toit de la voiture, il a placé un cylindre qui peut être abaissé pendant le trajet et dont la hauteur, pendant le fonctionnement, est de 6 à 7 m; il a pu ainsi communiquer très aisément avec une station synchronisée et distante de 31 milles. Une bobine d'induction donnant des étincelles de 25 cm, excitée par des accumulateurs et dépensant environ 100 watts, était employée pour la transmission; les accumulateurs étaient rechargés à l'aide d'une petite dynamo actionnée par le moteur de la voiture. M. Marconi pense que cette application peut être d'une grande utilité pour les garnisons combattantes de Chine et du sud africain.

Une lame métallique étendue sur le sol est suffisante pour donner une bonne mise à la terre et en la trainant, on peut alors conserver les communications, même pendant la marche. M. Marconi

a récemment obtenu de très bons résultats en n'employant aucune mise à la terre, mais en utilisant simplement, au lieu de la terre, la capacité de la chaudière de la voiture. Il a également trouvé que les signaux peuvent être transmis à une distance considérable si le cylindre est dans une position horizontale. Le conférencier se reporte ensuite à ses expériences sur les communications à grandes distances. Il a établi une station au cap Lizard Cornouaille, et dès le premier essai, les communications purent s'effectuer avec Sainte-Catherine, ile de Wight, soit sur une distance de 186 milles, ce qui représente le plus grand espace franchi par la télégraphie sans fil. La puissance requise pour les signaux n'a été, dans ce cas, que de 150 watts, mais on augmentera prochainement cette puissance Pour franchir les 186 milles susdits, le conducteur aérien comprenait quatre fils verticaux parallèles distants de 7,50 m, longs de 48 m ou encore une lame métallique de même longueur. Pour les communications entre Poole et Sainte-Catherine (31 milles), on a employé le même courant et les mêmes fils, mais élevés seulement de 20 m. M. Marconi montre que ces résultats viennent confirmer ceux qu'il avait précédemment obtenus et d'après lesquels la distance franchie variait proportionnellement à la hauteur des conducteurs aériens aux deux stations. Il ajoute : « J'ai toujours constaté l'exactitude de cette loi, si la longueur des conducteurs aux deux stations est sensiblement égale, bien qu'un essai récemment réalisé ait pu faire douter de cette exactitude » D'après lui, les progrès accomplis ont étendu considérablement le champ des applications, puisqu'un très grand nombre de stations peuvent maintenant fonctionner sans trouble dans le voisinage l'un de l'autre. M. Marconi donne ensuite quelques exemples des développements que son système a faits en ces derniers temps. L'appareil fourni à l'amirauté anglaise était du type non-syntonique et des messages ont été transmis et reçus entre navires à plus de 160 km. Les nouveaux appareils syntoniques sont maintenant à bord de plusieurs navires et donneront par suite encore de meilleurs résultats.

L'orateur a essayé dernièrement de s'assurer à quelle distance il est possible de placer un transmetteur travaillant à une certaine fréquence, d'un récepteur soumis à une fréquence différente et cela sans que des troubles réciproques n'interviennent. Il a trouvé que si l'on se sert d'oscillateurs différant beaucoup en périodes, un transmetteur peut franchir une distance de 31 milles et ne sera pas influencé par un récepteur non syntonique placé à 50 m de là. Si les périodes des oscillations des deux appareils deviennent quelque peu égales, alors l'influence se fera sentir, même à des kilomètres de distance.

On emploie encore beaucoup les anciens appareils Marconi dans des stations d'expériences et dans la station navale de Portsmouth qui communique avec les navires en mer. M. Marconi s'est servi de la méthode du docteur Slaby; il n'a pu obtenir qu'une transmission de 100 km, tandis que son procédé lui a permis d'en franchir 300. Actuellement, il s'occupe d'expériences nouvelles et, à ce sujet, il dit : « J'en arrive à cette conclusion que les jours du système non syntonique sont comptés. L'éther, aux environs de la Manche, est devenu par suite de la grande activité des appareils qui y fonctionnent, d'une extrême sensibilité et un récepteur ordinaire relève et enregistre des messages ou des parties de messages provenant de sources diverses, ce qui rend absolument incompréhensible et impossible toute communication sérieuse. Je suis heureux de dire que je prépare actuellement un appareil approprié aux besoins commerciaux. »

***

Traction électrique en Angleterre. — La section des tramways de Birmingham, qui a été longtemps exploitée par accumulateurs, fonctionne maintenant par trolley aérien et l'on espère que la ville oubliera ses préventions contre les lignes aériennes et permettra l'établissement complet du réseau avec le trolley.

La ville de Leeds nous fournit un enseignement très intéressant en matière de traction mécanique; les lignes appartiennent à la municipalité et une partie est exploitée par la vapeur, une autre par des chevaux et une troisième section est électrique. Les recettes par voiture-mille sont plus élevées sur la section électrique et les dépenses d'exploitation moindres que sur les deux autres. Ces recettes ont été l'année dernière de 12,7 pences par voiture-mille; les tramways à chevaux ont recueilli 7,4 pences, et les tramways à vapeur 12,1 par voiture-mille. Auparavant ces chiffres étaient de 12,6, 9,45 et 12,2 pences. Les dépenses d'exploitation ont été de :

Electricité. . . .	6,56	pences par voiture-mille.
Chevaux. . . .	9,75	— —
Vapeur.	10,93	— —

Les voitures à chevaux ont travaillé à perte, tandis que l'électricité a réalisé un bénéfice de 6,12 pences par voiture-mille. Le bénéfice total a été pour l'année de 31 000 livres et l'année précédente il avait été seulement de 6167 livres. Cet accroissement est dû évidemment à l'électricité.

Une compagnie se dispose à créer dans le district ouest de Cumberland un réseau de 31 milles de tramways électriques avec un capital de 500 000 livres; elle se propose également d'établir une station génératrice qui fournirait du courant aux particuliers et aux municipalités. La zône desservie comprend quinze villages et cinq villes importantes, soit une population d'environ 120 000 âmes.

Les lignes municipales à trolley de Manchester, qui ont été longtemps retardées, prennent actuellement un essor plus réel et la première section, terminée, est prête pour l'inauguration. L'entreprise est fort importante; le courant est emprunté à la station d'éclairage de la ville. A cet effet, la corporation vient de signer un marché avec les représentants anglais de l'Allgemeine Electricitäts Gesellschaft de Berlin pour la fourniture de six alternateurs triphasés de 2500 chx chacun et d'un certain nombre de transformateurs rotatifs destinés aux sous-stations.

Les commissions parlementaires qui ont récemment examiné les projets de nouveaux chemins de fer électrique souterrains se sont occupées cette semaine de King's Road Railway, allant de Fielham

à Victoria, du Piccadilly and City Railway, et du South and West London Junction Railway.

***

Les pompes électriques dans les mines en Angleterre. — On sait que l'on réalise de telles économies dans les mines de charbon par l'adoption de l'électricité qu'il est à peine nécessaire de faire remarquer les avantages obtenus par les pompes électriques. Cependant nous voulons citer quelques chiffres des plus caractéristiques et des plus intéressants parmi ceux qui viennent d'être publiés dans un tableau comparatif au sujet d'un matériel de pompes fonctionnant par l'électricité et à la vapeur dans une mine d'Ecosse, L'ancien matériel à vapeur occupait sept hommes et la consommation de charbon atteignait 14 tonnes par jour (à raison de sept jours par semaine), soit un prix annuel de 4000 livres. Le nouveau moteur électrique comprend un moteur horizontal compound à condensation actionnant une dynamo Scott et Mountain de 130 kw, fournissant l'énergie à un moteur électrique de 14[illegible] chx qui entraine une pompe à triple effet dont le corps a 0,27 m de diamètre, avec 0 45 m de course; elle débite 2250 litres par minute à une élévation de 182 m. Trois hommes seulement suffisent pour le tout et avec un travail de huit heures par jour la consommation quotidienne de charbon est de 2,3 tonnes; soit une dépense annuelle de 505 livres. L'économie réalisée par an est de 3436 livres, ce qui représente une somme considérable. On démontre que des économies semblables ont été obtenues dans d'autres mines dès que l'on a adopté l'énergie électrique. Si ces chiffres sont exacts, on peut les appliquer à tout autre travail exécuté dans les mines et l'on peut alors se rendre compte des énormes sommes dépensées avec les anciens procédés et dans les entreprises qui n'avaient pu adopter l'énergie électrique. On regrette alors que certaines mines, en Angleterre, aient été obligées d'interrompre leur travail par suite des grands frais d'exploitation qui dépassaient les profits commerciaux.

***

L'éclairage électrique en Angleterre. — L'installation que nous avons mentionnée la semaine dernière et qui vient d'être terminée à Ilford fait partie d'une importante entreprise mixte d'éclairage et de traction municipale. L'usine d'éclairage seule représente environ 70 000 livres et il faut y ajouter ce que coûteront les six ou sept milles de voies à trolley. Ce district est tout nouveau, situé à quelques milles de Londres, et comprend plus d'un millier de maisons récemment bâties, ce qui promet une exploitation satisfaisante. Les poteaux de la ligne à trolley sont déjà en place dans plusieurs rues et ils supporteront en même temps des lampes à arc de 1500 bougies. Ces poteaux élégants ne peuvent soulever aucune objection sur l'esthétique et font meilleure figure que les hideux poteaux télégraphiques en bois qui obstruaient et déshonoraient les voies depuis si longtemps.

La station d'énergie contient actuellement deux génératrices Byng-Hawkins de 200 kw, accouplées directement à des moteurs Willans à grande vitesse. Quatre moteurs générateurs sont employés pour la charge des accumulateurs; enfin il y a encore un groupe supplémentaire, semblable aux précédents, de 100 kw, et lorsque les lignes de tramways seront complètes, on lui adjoindra des génératrices de plus grande puissance; les chaudières tubulaires sont du type Babcok et Wilcox, avec économiseur Green. Le tableau de distribution est muni des plus récents instruments Kelvin et White. On fore un puits artésien qui fournira l'eau d'alimentation. La distribution d'éclairage sera à courant continu, sur trois conducteurs et sous une tension de 230 volts aux bornes des lampes. Les feeders alimentent toutes les différentes parties très disséminées de la zône de distribution; ils ont été fourni par la maison Henley.

L'éclairage municipal de Birmingham aurait accusé, pour l'année écoulée, un bénéfice assez considérable, mais l'obligation où l'on s'est trouvé de réparer et de changer quelques-uns des feeders, et de modifier la distribution de 110 à 220 volts, a obéré les revenus.

L'alimentation annuelle est de [illegible] unités, soit un accroissement de 700 000 sur l'année précédente. Il est probable que de larges extensions vont être exécutées, et qu'une nouvelle station d'énergie va être édifiée prochainement.

Un nouveau réseau d'éclairage vient d'être inauguré à Rotherham, soit une dépense de 24 500 livres; les canalisations alimentent 10 000 lampes.

La station centrale renferme deux groupes à vapeur de 150 ch, et deux plus petits moteurs accouplés chacun à deux dynamos, une batterie d'accumulateurs E. P. S., un survolteur et un tableau de distribution Kelvin et White; les câbles sont de la maison Callender.

L'entreprise municipale d'éclairage de Leeds a réalisé un bénéfice net de 6881 livres, au lieu de 8500 livres l'année précédente; le prix élevé du charbon est cause de cette diminution.

De nouvelles stations d'éclairage électrique viennent d'être ouvertes à West Bromwich et à Weston-Super-Mare.

NOTES ALLEMANDES

Compagnies fusionnées. — La raison sociale « Berliner Maschinenfabrik Henchel et Co », si honorablement connue par la fabrication des transmissions flexibles, est actuellement en la possession de la Compagnie française des transmissions flexibles de Paris. L'usine de Charlottenbourg n'est plus qu'une succursale de ladite compagnie française; elle est placée sous la direction de M. J. Sauer, fondé de pouvoirs de l'ancienne compagnie allemande. Elle fabrique exclusivement, outre les transmissions dont il vient d'être parlé, des machines à forer mues électriquement ou par moteurs à benzine, ainsi que des machines à polir et à aiguiser.

***

Le plus grand moteur à gaz du monde. — Le Hœrder Bergwerks-und Hütten Aktien-Verein emploie depuis peu un moteur à gaz d'une puissance

assez inusitée. Ce moteur est à quatre cylindres et a été fabriqué par la Gasmotoren-Fabrik Deutz. Il actionne une dynamo à courants polyphasés de la Compagnie Schuckert.

La dynamo constitue le volant du moteur. Celui-ci, livré pour 1000 chx, a donné au frein un rendement maximum supérieur à 1200 chx. Alimenté par les gaz des hauts-fourneaux, il répond pleinement aux espérances qu'il avait fait concevoir; mais l'épithète de « plus grand moteur à gaz du monde » que lui décernent les métallurgistes allemands semble quelque peu exagéré. On a pu voir fonctionner à l'Exposition universelle de Paris de 1900, si nos souvenirs sont exacts, un moteur du même genre, d'un rendement bien supérieur.

***

Voiture chauffée par l'électricité. — La Compagnie des tramways berlinois a procédé à l'essai d'une voiture qu'elle désigne sous le nom de Convertible Car, ou voiture à transformation. Ce nom vient de ce qu'elle peut circuler, suivant l'état de l'atmosphère, soit ouverte, soit fermée, et peut conséquemment être mise en service pendant l'hiver et pendant l'été. Mais là n'est pas sa caractéristique principale; celle-ci consiste dans le chauffage obtenu par des appareils électriques empruntant le courant de la ligne.

La voiture, qui porte le n° 2080, circule sur la section à trolley Behrenstrasse-Treptow. Il est, d'ailleurs à douter qu'en raison de la consommation importante de courant, le mode de chauffage projeté donne des résultats satisfaisants, et il est peu probable qu'il puisse être généralisé.

***

Nouveaux isolateurs à âme métallique. — Ces isolateurs, fabriqués par M. H. Woolbert, de Pittsbourg, consistent en un bloc de verre parallélipipédique fixé transversalement au mât et portant à la partie supérieure deux supports à encoches pour une double ligne, ainsi qu'un troisième support placé en-dessous et latéralement.

Ces supports sont munis à l'intérieur d'une armature métallique qui traverse le bloc de verre et sert à les fixer sur ce dernier, renforcé lui-même par un faisceau de fils métalliques noyés dans la masse.

Grâce à cette disposition, toutes les parties métalliques de l'isolateur sont complètement isolées des fils de lignes. Si d'ailleurs un accident quelconque vient à faire éclater les verres, l'armature métallique maintient les fragments en place, et la chute des fils conducteurs se trouve par cela même évitée.

***

L'électricité au vingtième siècle. — Divers journaux allemands ont mentionné une conversation du professeur Slaby, qui a fait part aux Kirchoffs Technische Blætter de ses opinions sur les progrès qu'on doit espérer dans l'industrie électrique au cours du siècle qui commence.

L'éminent professeur est lui-même, comme on sait, l'inventeur d'un système multiplex de télégraphie sans fil qui permet, sans trouble d'aucune sorte, la communication avec un nombre quelconque de stations. C'est là un progrès remarquable, qui, au dire de l'inventeur, doit apporter une véritable révolution dans la télégraphie, particulièrement pour la correspondance avec les navires.

Mais il n'est pas impossible que ce système soit appliqué aux lignes terrestres existantes, et il est facile de se rendre compte des avantages immenses qui en résulteraient. On transmettrait en effet, simultanément, non pas comme on a pu le faire jusqu'ici, six ou sept dépêches, mais cent et même mille sur un même fil. D'où évidemment, en dehors de la rapidité extrême des transmissions, un abaissement énorme de leur prix.

Le docteur Slaby s'étend ensuite sur la lutte entre l'éclairage électrique et l'incandescence par le gaz; il ne pense pas que ce dernier puisse être complètement détrôné, car, à son avis, le prix de revient du courant électrique ne deviendra jamais aussi minime qu'on se plait à l'espérer. Il traite d'idées fantasques les prédictions de Tesla à cet égard et, bien que, selon lui, le vingtième siècle doive amener la solution du problème si captivant de la production directe de l'électricité par le charbon, les frais d'installation des réseaux conducteurs ne permettront jamais d'atteindre dans les prix de revient les limites extrêmes inférieures qu'on espère sans raison.

Dans tous les cas, l'avenir appartient à l'Italie, que ses ressources en chutes d'eau doivent mettre à même de produire au meilleur compte l'énergie électrique. L'Allemagne, toutefois, ajoute M. Slaby, est destinée à prendre elle-même une place prépondérante, lorsqu'aura été construit le réseau des canaux actuellement projetés. L'établissement de ces canaux, qui seront sillonnés par des bateaux à propulseurs électriques, provoquera la construction d'usines nombreuses, et en même temps qu'il facilitera au plus haut point les relations commerciales, il aidera à la diffusion des industries de toutes sortes, actuellement cantonnées dans certaines parties du territoire.

L'agriculture elle-même, avec l'énergie électrique partout à sa portée, s'élèvera au rang d'une véritable industrie, et ce n'est pas là l'une des moindres causes qui militent en faveur du réseau des voies fluviales. Ce sera là, pour l'Allemagne, avec l'emploi de la locomotive électrique pour les transports rapides, peut-être le plus grand progrès du vingtième siècle.

Le savant professeur, par contre, s'est montré plus que sceptique au sujet de la production de l'électricité par l'utilisation du flux et du reflux de la mer. L'idée de soutirer l'energie électrique, soit à la terre, soit à l'atmosphère, lui parait également chimérique. Sur ce point, il prend de nouveau à partie N. Tesla et déclare considérer comme une « sottise » (dummes Zeug) tout espoir d'obtenir dans cette voie un résultat quelconque.

A vrai dire, il est facile d'établir des moteurs utilisant la force des marées. Mais les sommes colossales qu'absorberait la construction de bassins de retenue rendent impossible la réalisation d'une pareille « utopie », car les capitaux qui s'y trouveraient engagés ne seraient d'aucun rapport.



BIBLIOGRAPHIE

Les Automobiles électriques, par Gaston SENCIER et A. DELASALLE, Paris (Dunod, éditeur). — La *Locomotion automobile* publie la préface ci-dessous que M. Charles Jeantaud, qui fut en France le véritable créateur et l'infatigable pionnier de l'industrie des voitures électriques, a bien voulu écrire pour cet ouvrage qui vient de paraître, et dont nous publierons ultérieurement un compte-rendu :

Vous me demandez, mes chers amis, une préface pour l'ouvrage : *les Automobiles électriques* que vous allez publier.

C'est avec plaisir que j'accepte de dire ce que je pense de votre œuvre. Vous m'aviez envoyé les épreuves en me disant : « Tranchez, rognez, ajoutez. » J'ai lu et je n'ai pas eu à trancher, rien à rogner et rien à ajouter. Votre livre, en effet, est complet.

Il suffit, du reste, de parcourir la table des matières pour se rendre compte que pas une des multiples questions relatives à la voiture électrique n'a été négligée.

La difficile question des accumulateurs y est magistralement traitée.

A ce sujet, laissez-moi vous dire où nous en sommes. A la suite du Concours de fiacres de 1898, dans une conférence sur les voitures électriques que je faisais aux Ingénieurs civils, je disais que l'accumulateur est l'âme des voitures électriques qui lui sont indissolublement liées, et j'ajoutais que les progrès de la voiture électrique avaient suivi pas à pas ceux de l'accumulateur.

Déjà, à cette époque, la voiture électrique était suffisamment pratique pour être mise en exploitation. Actuellement elle est parfaite. Le moteur, à haut rendement, est presque sans usure; le combinateur permet de faire varier les vitesses et la puissance du moteur dans des limites très étendues. Les véhicules eux-mêmes, si critiqués dans leur forme dès leur apparition, sont confortables. L'art du carrossier les a rendus élégants. Il n'y a que l'accumulateur qui, depuis ces trois dernières années, est resté stationnaire.

Parti de 6 ampères au kg de plaques en 1881, lors de sa création par Faure, il avait gagné un demi-ampère par an jusqu'en 1898. Cette marche régulière laissait supposer que les progrès allaient continuer; malheureusement il n'en est rien.

Si cet état de choses devait subsister, la voiture électrique pour services publics dans les villes serait bien malade; mais ne nous laissons pas aller au découragement comme ce pauvre Camille Faure dont je parlais tout à l'heure qui, désespéré de ne rien trouver, s'est suicidé.

Dix mille cerveaux, dans le monde entier, sont en éveil sur la question; ils savent que la découverte d'un accumulateur léger et durable, capable de faire parcourir à une voiture 100 km et entrant pour une proportion de 10 à 25 0/0 dans le poids total du véhicule sera récompensée par une prime de plusieurs millions.

Le perfectionnement de l'accumulateur ne sera pas dû au hasard. Quoiqu'on n'ait pas tiré du plomb tout ce qu'on pouvait en tirer, je ne pense pas qu'on puisse arriver avec lui à la solution souhaitée. Je ne crois pas non plus à l'accumulateur au gaz, ni à la pile thermique, je crois plutôt à la découverte d'un appareil produisant directement de l'électricité, ne pesant pas plus de 200 kg et pouvant donner économiquement un courant de 3000 watts.

Voilà, mes chers amis, le problème que je pose à tous les lecteurs de votre livre, avec espoir de le voir résoudre.

Charles JEANTAUD.

-∞-

La Télégraphie sans fil à travers les âges. Conférence faite à la Société belge d'électriciens, par Emile PIÉRARD, ingénieur des télégraphes. Brochure in-8° de 32 pages avec 24 figures. Prix : 1,50 fr (Paris, librairie Dunod).

Nous recommandons à nos lecteurs qui s'occupent de télégraphie, l'intéressant travail de notre collaborateur qui nous présente un historique de la télégraphie sans fil résumant toutes les découvertes faites depuis l'origine jusqu'à nos jours. Tout en restant dans le domaine technique, M. Piérard a su exposer cette merveilleuse application de l'électricité de manière à la mettre à la portée de tous.

-∞-

Recherches expérimentales sur l'électrodynamique des corps en mouvement. Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris, par Victor CRÉMIEU. Un vol. in-8° de 120 pages avec figures. (Paris, Gauthier-Villars, imprimeur.)

Le sujet traité par M. Cremieu est la vérification de l'effet d'un champ magnétique variable sur un corps chargé. L'auteur expose ce qu'il a observé et les méthodes qu'il a employées.

Son travail est divisé en trois parties : dans la première il étudie le champ électrique produit par des variations magnétiques; dans la seconde, ses recherches sur l'effet magnétique de la convection électrique et, dans la troisième, il décrit les recherches faites pour répéter les expériences de Rowland.

CHRONIQUE

Télégraphie multiple.

Notre confrère de New-York *Electricity* nous annonce qu'un électricien hongrois, M. Louis Zoltan, vient d'inventer un appareil qui lui permet de transmettre 80 télégrammes simultanément, sur un même fil, 40 dans chaque direction. Aucun détail, malheureusement, n'accompagne cette sèche mention, mais elle est assez surprenante cependant pour que nous n'hésitions pas à la signaler. — D.

L'Éditeur-Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

MAGNÉTO D'INFLAMMATION

POUR AUTOMOBILES

SYSTÈME HOLZER-CABOT (1)

L'inflammateur, cet organe auxiliaire inséparable de toute automobile à pétrole, a une importance que les *chauffeurs* seuls sont complètement à même d'apprécier. Combien de *ratés*, combien de *pannes* courtes ou prolongées, ce petit appareil accessoire a-t-il sur la conscience? Combien de fois l'a-t-on visité, réparé en cours de route? Qu'il soit à brûleurs ou électrique, les malédictions ne lui ont jamais manqué et dès qu'un arrêt intempestif se produit, immédiatement la pensée se porte sur l'inflammateur, car on a la quasi-certitude qu'il n'a pas rempli son office.

En effet, une grande partie de la responsabilité lui incombe; par lui, la combinaison des gaz s'effectue, l'explosion se produit, le cycle s'achève, le moteur fonctionne. Qu'il y ait un retard dans l'allumage, et ce sont des à-coups, une marche irrégulière, un détraquement de toute la machine. Que le brûleur casse, que l'accumulateur s'épuise, que la pile se polarise, et c'est l'arrêt absolu, la fameuse *panne* si redoutée. Aussi de quel soins ne l'entoure t-on pas? Et ce sont des tubes de rechange, dans le cas de brûleurs, des combinaisons compliquées pour pouvoir remplacer, en temps utile, un fil, un élément, un accumulateur, si l'on emploie l'inflammation électrique.

Dans la plupart des cas on préfère l'électricité. Les remèdes sont alors plus nombreux et plus simples, les avaries moins fréquentes et moins graves. Avec les brûleurs, si les tubes sont en métal, ils s'usent très rapidement et demandent de multiples remplaçants; s'ils sont en porcelaine, un choc un peu brusque les casse. Sans compter qu'il faut toujours quelques minutes pour les chauffer et que la mise en marche n'est jamais, par conséquent, instantanée. Enfin, il n'est pas toujours possible d'obtenir une légère avance dans l'allumage comme avec l'électricité, ce qui est très avantageux, pour l'inflammation régulière des vapeurs.

Cependant, nous ne voulons pas dire que l'inflammation électrique soit exempte de défauts; loin de là. En effet, si, comme dans le type Benz, on se sert d'une bobine Ruhmkorff, ordinaire avec un trembleur magnétique, il se produit des retards dans l'aimantation, retards augmentés par l'inertie de la masse en mouvement, ce qui, aux grandes vitesses, amène des ratés dans l'allumage, puisque l'interruption ne s'est pas effectuée à temps et que l'étincelle n'a pas jailli au moment opportun. M. de Dion y a remédié au moyen d'un trembleur mécanique qui, indépendant du moment magnétique, interrompt et rétablit le circuit proportionnellement à la vitesse et assure par conséquent un allumage régulier. Mais un autre inconvénient surgit qui est inhérent à tous les trembleurs, nous voulons parler de l'étincelle de rupture qui, jaillissant entre la vis de réglage

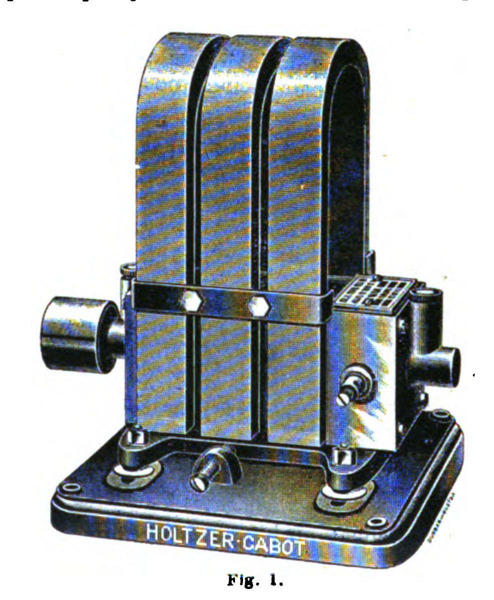


Fig. 1.

et le marteau, oxyde bientôt les contacts et les détériore au point d'interrompre entièrement le circuit; l'allumage encore ne se produit donc plus.

Nous ne parlerons ensuite que pour mémoire : 1° des piles primaires, source de l'énergie électrique, qui se polarisent toujours lorsqu'on s'y attend le moins, en cours de route, loin de tout secours; 2° des accumulateurs qui, par une malechance vraiment incroyable, éprouvent soudain le besoin d'une recharge fortifiante au moment le plus inopportun.

On a essayé de s'en passer, de supprimer piles et accumulateurs et d'employer en leur lieu et place une petite dynamo pour exciter la bobine d'induction; mais cette dynamo, actionnée parle moteur lui-même, subit évidemment les mêmes variations de vitesse qui sont toujours extrêmement grandes. Lors de la mise en marche, la dynamo ne fonctionne pas suffisamment vite

(1) Dépôt à Paris, chez M. Cadiot, 12, rue Saint-Georges.

pour l'amorçage; il en résulte que l'étincelle ne jaillit pas, que l'allumage est raté et que vous avez beau donner, à la main, l'élan nécessaire au volant du moteur, rien ne se produit, l'automobile ne bouge pas. Supposons le démarrage effectué, la vitesse devient vertigineuse, le bobinage de la dynamo n'y résiste pas, tout saute! On a eu recours ensuite, comme, par exemple, MM. Durand et Otto, à des petites magnétos diversement combinées. L'amorçage est toujours absolument sûr puisque l'on se trouve en présence d'aimants permanents. Cependant les défauts pour être moindres ne sont pas entièrement supprimés, le démarrage est toujours là, et il est difficile d'obtenir dès le début une étincelle assez nette et assez chaude pour provoquer l'allumage.

La compagnie américaine Holtzer-Cabot, de Boston (Massachussets), s'est préoccupée de ce

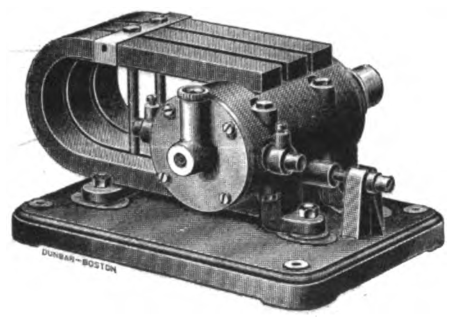


Fig. 2.

difficile et délicat problème des inflammateurs pour moteurs à pétrole et a combiné un ensemble d'organes robustes qui semble répondre à toutes les exigences et supprimer la plupart des inconvénients et des ratés à l'allumage.

L'inflammateur Holzer-Cabot comprend d'abord principalement, la magnéto que représente la figure 1. Les aimants permanents en U, accouplés ainsi qu'on peut le voir, ont été l'objet de tous les soins des constructeurs comme étant l'organe important de la machine; il est en effet de toute nécessité que l'aimantation reste constante; aussi faut-il recommander de ne jamais démonter les aimants sans prendre la précaution de munir les pôles d'une armature transversale qui leur conservera leur force magnétique. Quant à l'induit et au commutateur, ils sont renfermés dans une enveloppe étanche, afin d'assurer une parfaite protection contre les poussières, l'humidité ou les projections d'huile. L'arbre de l'induit, en acier, est suffisamment long pour pouvoir être relié au moteur de l'automobile quelle qu'elle soit; cet accouplement consistera suivant les cas en une courroie, une poulie à friction, ou un engrenage quelconque, à volonté. Les balais sont en charbon et, à ce sujet, nous ferons remarquer le nouveau modèle fort pratique de balai et de porte-balai imaginé par la Compagnie américaine et qui assure un fonctionnement parfaitement régulier sans qu'il soit nécessaire d'y accorder aucune attention. Ce balai en charbon présente une large surface de frottement sur le commutateur et ne peut tourner dans le porte-balai. Un levier poussé en avant par un ressort maintient ce charbon dans une position fixe et cette pression reste toujours constante, quelle que soit la longueur du balai. Un arrêt empêche le levier du ressort de porter sur le commutateur lorsque le

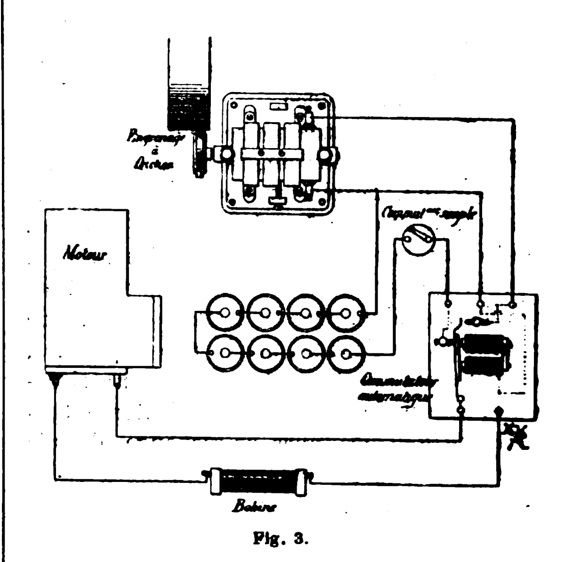


Fig. 3.

charbon est usé; on le remplace alors facilement en dévissant le porte-balai. La figure 2, représente un autre modèle horizontal de magnéto de même système.

L'induit de la magnéto peut tourner sans aucun inconvénient à une vitesse de 1500 à 2000 et même à 3000 tours par minute; le courant fourni sera d'environ 18 à 20 watts sous 10 et 15 volts, Au démarrage, si l'on peut, avec la main, lancer le volant du moteur et lui faire accomplir deux ou trois révolutions, l'induit de la magnéto tournera aussi vite, grâce aux engrenages intermédiaires, pour exciter la bobine d'induction et provoquer une étincelle propre à l'allumage. Sinon, il faudra recourir, pour effectuer le démarrage, au courant d'une pile primaire ou d'un accumulateur; mais, dans ce cas, cet emprunt n'est que temporaire et s'effectue au moyen d'un commutateur automatique, sorte de relais électro-magnétique. Le circuit fermé

d'abord sur les accumulateurs qui exciteront la bobine se trouvera reporté sur la magnéto dès que celle-ci tournant assez vite fournira un courant suffisant pour exciter la bobine (fig. 3); l'armature du relais est réglée d'après cette intensité. On aura donc, de la manière la plus simple et la plus sûre, un courant de démarrage et un courant normal de fonctionnement. Les ratés sont entièrement supprimés, l'allumage s'effectuera toujours régulièrement et constamment. MM. Holzer et Cabot, dans le cas où l'on choisit des piles primaires, préconisent l'emploi des piles « Monarch » qui sont spécialement agencées par ce service; les zincs sont à large surface, de sorte que la résistance intérieure est très faible. Les éléments sont étanches ne craignent aucun choc et la polarisation ne se produit qu'à très longs intervalles, étant donné surtout que ces piles ne fonctionnent que par intermittence. Quant à la charge des accumulateurs, si on les préfère aux piles primaires, on n'a pas à s'en préoccuper outre mesure; la magnéto est là qui suffira amplement à cette besogne, de sorte qne, sans crainte d'arrêts inopportuns, on peut se lancer avec confiance dans un voyage au long cours, ce ne sera plus l'inflammateur qui fera défaut.

Nous ajouterons que MM Holzer et Cabot ne se borneront pas, bien entendu, à l'inflammation des moteurs pour automobiles. L'emploi des moteurs à gaz ou à pétrole se généralise maintenant dans de nombreuses usines et réclame également des inflammateurs. Aussi ont ils établi plusieurs types de magnéto ; l'un de ces modèles peut fournir de 3 à 4 ampères sous 10 volts et convient au service des grands moteurs à 2 et 3 cylindres; l'autre spécialement destiné aux automobiles donne 2,5 à 3 ampères sous la même tension.

Georges Dary.

L'UTILISATION

DES ANCIENNES PLAQUES D'ACCUMULATEURS

La concurrence active que se font actuellement les fabriques d'accumulateurs conduit à utiliser le mieux possible tous les déchets de la fabrication, et en particulier ceux qui peuvent être repris au client pour entrer en déduction des fournitures. Tel est le cas des anciennes plaques positives et du peroxyde de plomb.

Si l'on a de grandes quantités de poudre de plomb, accompagnée de PbO^2. H^2SO^4, $PbSO^4$, on tâchera d'en séparer le peroxyde, et de le vendre aux industries pour lesquelles une pureté absolue n'est pas nécessaire. Pour extraire du mélange ci-dessus ce peroxyde, on commence par éliminer l'acide sulfurique par lavage, puis on transforme le sulfate de plomb. Le lavage se pratique dans un tambour où l'eau entre et sort par l'axe. La transformation et le séchage se font dans un filtre-presse; le traitement a lieu par la soude :

$$Pb\,SO^4 + Na^2\,CO^3 = \underset{\text{(insoluble)}}{Pb\,CO^3} + \underset{\text{(soluble dans l'eau)}}{Na^2\,CO^3}$$

Après lavage, on traite par l'acide acétique qui dissout le carbonate de plomb; puis on chauffe à 180 degrés.

Utilisation des anciennes plaques. — La façon la plus commode d'utiliser les anciennes plaques est de les céder à une fonderie de plomb qui, après analyse, donnera en échange une certaine quantité de plomb neuf.

Au cours de 44 fr, par exemple, la valeur de 100 kg de vieilles plaques serait

100 kg de plaques, teneur moyenne 93 0/0 à 44 fr		41 »
A déduire : Frais de fonderie . .	4.65	5.25
Escompte 1/2 0/0 . .	0.60	
les 100 kg		35.75

On peut encore essayer d'utiliser les anciennes plaques en refondant les cadres (ce qui peut se faire avec un déchet d'environ 13 0/0) et en employant d'un autre côté la matière active, par exemple, pour un nouvel empâtage. C'est à ce point de vue qu'ont été faits les essais suivants :

On a employé 7000 kg de vieilles plaques, et on à séparé la matière des cadres, dans un tambour à boulets. Comme on avait en vue d'employer la matière pour un autre empâtage, il fallait lui faire subir un second malaxage. Les deux opérations ont été menées simultanément; la matière sortant du premier tambour, qui avait 5 m de de diamètre, tombait dans une trémie d'où un transporteur la conduisait au second tambour, qui avait 3 m de de diamètre. La poussière très vénéneuse et lourde qui s'échappait des appareils était aspirée de façon à ce qu'elle ne puisse se répandre dans la salle. La quantité ainsi recueillie n'est pas négligeable; elle a atteint 120 kg pour 7000 kg de plaques, et pour éviter l'obstruction des tubes de dégagement, il est nécessaire de les munir de transporteurs à vis. Cette poussière se rend dans un collecteur qu'on nettoie après qu'on a traité 30 000 kg de plaques :

Les 7000 kg de vieilles plaques donnent ainsi :

Plomb pour la fusion des cadres. 4299 kg.
Ancienne matière active. . . . 2701 kg.

Comme l'expérience l'a montré, les anciens cadres peuvent être directement refondus.

La matière active, après un second broyage, a

été soumise à divers essais relatifs à la grosseur du grain, la ténacité, la dureté, la composition chimique; enfin, on a fait des essais avec des batteries dont les plaques avaient été empâtées avec cette matière.

La grosseur du grain était de 0,007 mm. On n'a pu savoir exactement si l'on avait affaire aux plus petites particules possibles, ou bien à un certain nombre de ces particules réunies, mais il suffit de constater que la grosseur est analogue à celle de la litharge commerciale.

La ténacité et la dureté étaient plus grandes que celles des plaques fabriquées avec la matière neuve.

L'analyse chimique a indiqué la présence de 41 0/0 de sulfate de plomb. L'emploi de cette matière pour l'empâtage ne paraissait donc pas possible. On en a néanmoins fait des batteries d'essai, en employant cette matière soit pure, soit mélangée dans diverses proportions avec d'autres matières. Ces essais, intéressants d'ailleurs, ont montré qu'en effet l'ancienne matière ne peut pas être employée. On ne peut donc en tirer parti qu'en la régénérant par le procédé Boese, ce qui donne du minium utilisable, ou bien en la revendant à une fonderie de plomb; dans ce dernier cas, 100 kg de matière active produisent :

100 kg (analyse moyenne 85 0/0) à 44f ». .		35.45
A déduire { Transport et fonderie	4.15	
A déduire { Escompte 1/2 0/0 . . .	0.55	
	4.70. .	4.70
Reste. . . .		30.75

Les 7000 kg de vieilles plaques donnent donc

4299 kg Plomb des cadres (déduction faite de 13 0/0 de cendres de plomb) à 44 fr.	1660 »
2701 kg Matière active à 30,75 fr. . .	830 »
13 0/0 de cendres à 30,75 fr.	171 »
Total.	2661 »
Frais de séparation, dans le cas de 7000 kg par 10 heures	41 75
Net.	2619 25

D'après Emil LEVERMANN.

(Centrablatt für Accumulatoren und Elementenkunde.)

UN TORPILLEUR SOUS-MARIN

ALLEMAND

La question des bateaux sous-marins ne semble point passionner les pouvoirs publics en Allemagne autant qu'en France et en Amérique. L'Allemagne possède cependant son torpilleur submersible sur lequel M. Ed. Paul Weber nous donne, dans le *Centrablatt für Accumulatorenkunde* de Berlin les détails suivants :

« Ce bateau a fait l'objet de nombreux essais, il y a deux ans, dans le port de Kiel, On avait commencé sa construction, sur un chantier de Kiel, au cours de l'hiver de 1897-1898; mais sa coque a été plusieurs fois modifiée, en sorte que l'on n'a pas pu s'occuper de son aménagement intérieur avant l'été de 1898. Il a fallu installer une force motrice exclusivement électrique, et cela au moyen d'une batterie d'accumulateurs destinée à fournir, douze heures durant, le courant nécessaire. En effet, les minimes dimensions du bateau ne permettaient point de le pourvoir d'une machinerie quelconque qui l'aurait directement actionné durant sa marche à la surface de l'eau.

Ce bateau, vu de l'extérieur, a l'aspect d'un cigare; il est formé d'anneaux en fonte d'acier qui ont chacun 0,90 m de longueur au centre, avec un développement encore plus grand aux deux extrémités. Il accuse une longueur totale d'environ 17 mètres, y compris l'hélice, avec un diamètre de 2,5 m au centre. La résistance à la pression est obtenue à l'aide des membrures puissantes employées pour relier les différents anneaux.

Les manœuvres se font au moyen d'un gouvernail vertical et de deux gouvernails horizontaux. Le premier est placé au-dessous de l'hélice et les deux autres à gauche et à droite de la même hélice.

Au sommet de la coque est aménagée une coupole en fonte pour le pilote. De petits hublots, d'environ 3 cm d'épaisseur, permettent de voir dans quatre directions, ainsi qu'en haut. On pénètre dans l'intérieur par l'une des deux écoutilles aménagées l'une à l'avant et l'autre à l'arrière. Ces écoutilles se ferment au moyen de couvercles appropriés que l'ont peut rendre étanches. L'avant du bateau (environ 1/4 de l'espace total) est séparé des autres parties au moyen d'une cloison étanche, de manière à prévenir l'envahissement général des eaux par suite d'un choc ou d'une avarie.

Le lest fixe est fourni par la batterie d'accumulateurs. Pour l'obtention du lest liquide variable, la partie inférieure de la coque porte une rallonge en forme de caisse qui s'ouvre partiellement par en-dessous et qui contient huit réservoirs. De plus, la cale du bateau renferme une certaine quantité de lest formée de pièces de fer que l'on peut, au besoin, détacher par une manœuvre faite de l'intérieur du bâtiment, s'il arrive que le dispositif à air comprimé, destiné à chasser l'eau des réservoirs, ne fonctionne pas.

L'aménagement intérieur comprend : 1° la partie électrique; 2° le dispositif d'air comprimé; 3° les mécanismes de timonerie; 4° le lance-torpille.

Parmi les organes électriques, il faut citer tout d'abord la batterie d'accumulateurs. Cette batterie, d'après le projet primitif, devait se composer de

250 éléments pour une tension moyenne de 475 à 500 volts. Chaque élément comprend 7 plaques positives de 15 mm et 8 négatives de 11 mm d'épaisseur et de 190 × 160 mm de surface. Les électrodes sont des plaques massives dont les supports se composent seulement d'un cadre et de tiges intermédiaires diagonalement posées ; ces tiges, avec le cadre, ont leur section transversale en forme de queue d'aronde. Comme la durée de la décharge prévue était de 12 heures, on ne pouvait utiliser que de pareilles électrodes, en raison des limites extraordinairement restreintes de l'espace réservé pour le logement de la batterie.

Les plaques sont disposées dans les rainures des parois latérales des bacs en ébonite. Ces derniers se ferment au moyen de couvercles, en ébonite également, et sont rendus imperméables au moyen d'un couvercle scellé. Afin de rendre possible l'addition d'acide et de prévenir l'échappement des gaz au moment de la charge, les couvercles portent des soupapes à vis et à double fond affectant la forme d'un cône, de manière que l'acide entraîné qui se dépose entre les deux fonds retourne à l'élément.

Le poids de chaque élément, y compris l'électrolyte, est d'environ 50 kg, en sorte que l'ensemble de la batterie pèse environ 12 500 kg.

Lors du premier montage, on avait constaté que, par suite de l'humidité toujours persistante et inévitable. quand on reliait directement entre eux les différents éléments, il se produisait de l'un à l'autre des dérivations assez intenses pour occasionner une décomposition des bacs en ébonite; par suite, afin d'obtenir un meilleur isolement, on a enveloppé les divers éléments d'un tissu gommé, en les séparant les uns des autres au moyen de couches de ciment.

La batterie a une capacité de 720 ampères-heures, et elle se décharge en 12 heures. Elle est naturellement logée dans les parties inférieures du bateau : la plupart des éléments se trouvent installés au-dessous du plancher, lequel se lève facilement. Le reste des éléments qui n'a pu trouver place en cet endroit, est disposé un peu plus haut, le long des parois. Le revêtement en bois qui protège les éléments, forme des bancs sur lesquels peut s'asseoir l'équipage. En montant la batterie, on s'est appliqué, autant que possible, à ne point disposer à côté les uns des autres les éléments entre lesquels il existe une assez forte différence de tension; cependant on n'est point parvenu à éviter, d'une manière absolue, cet inconvénient.

Le moteur, qu'un accouplement en cuir relie directement à l'hélice, développe normalement une puissance de 30 chx, laquelle peut s'élever jusqu'à un maximum de 50 chx. Il fait 450 tours à la minute; cependant, au moyen d'un train d'engrenages, on peut obtenir jusqu'à 470 et 485 tours. Lors du montage du moteur, on a dû éviter tout contact métallique avec la coque du bateau, ce qui n'a pas été sans occasionner quelques difficultés.

Un appareil de commande permet de fermer le circuit sur le moteur ; il ressemble à un coupleur de tramway et est pourvu de 3 manivelles. La manivelle 1 donne deux régimes : la demi-tension au moyen du groupement en parallèle des deux moitiés de la batterie, ou la tension totale, selon qu'on veut marcher à demi ou à pleine vitesse. La manivelle 2, au moyen de trois positions, donne la mise en circuit normale, et les montages en dérivation susmentionnés, qui correspondent aux augmentations du nombre de tours. La manivelle 3, elle, actionne la résistance de mise en marche à 6 degrés différents.

On obtient la marche en arrière au moyen de la manivelle 2 également, en donnant à cette dernière les positions inverses à partir du point zéro.

En déterminant les dimensions des résistances de démarrage, on a prévu que ces dernières pourraient rester de façon permanente sous l'action du courant, et ainsi permettre des variations encore plus grandes du nombre de tours.

Quand on interrompt le courant au moyen de la manivelle 2, la résistance de démarrage se trouve mise automatiquement hors du circuit par suite du retour de la manivelle 3 au point zéro, si bien que la mise en marche, avec une résistance de démarrage réduite ou en court circuit, est impossible.

Tous les conducteurs entre la batterie et le coupleur, d'une part, ainsi qu'entre le coupleur et le moteur ou la résistance, d'autre part, sont revêtus d'un fort tube en caoutchouc et portés par des crochets en fer que protège également une enveloppe isolante de caoutchouc.

L'organe principal du dispositif d'air comprimé consiste en 3 cylindres de tôle d'acier, semblables à ceux que l'on rencontre sur les torpilleurs ordinaires. Ils sont construits pour 80 ampères chacun et disposés au-dessus du tube lance-torpille. Ils peuvent être montés, en parallèle, sur un conducteur commun. Ce dernier se rend à un tableau de distribution, lequel porte, entre autres, 8 indicateurs de niveau d'eau. Ces derniers permettent de constater si l'eau est régulièrement refoulée, hors de chacun des 8 réservoirs, par le tuyau purgeur disposé sur le côté et en haut.

Lors de la marche à la surface, on a 2 réservoirs remplis du lest liquide. Quand on veut procéder à une plongée, on inonde d'autres réservoirs symétriquement disposés en ouvrant des soupapes que l'on peut manœuvrer de l'intérieur.

Ce sous-marin n'est pas pratique. Ses dimensions sont trop restreintes et la tension électrique est trop élevée. En effet, malgré tout le soin apporté au montage des éléments, on a eu constamment à lutter contre les dérivations occasionnées par l'humidité inévitable de l'air ambiant, lesquelles occasionnaient la destruction des bacs

en ébonite. En raison du peu d'espace disponible, on a dû restreindre, autant que la chose était praticable, les dimensions des éléments, si bien que la quantité d'électrolyte que l'on pouvait utiliser suffisait à peine pour la capacité. D'autre part, il ne fallait pas songer à obtenir un meilleur isolement des éléments, en raison de l'espace disponible. Lors des expériences, ces vices de construction se sont traduits par un échauffement inadmissible et par des dérivations importantes. Dans ces conditions, il était naturellement impossible de songer à se servir du torpilleur, bien que ce dernier ait pu effectuer, durant des heures entières, plusieurs trajets au-dessous de l'eau.

G.

PROPRIÉTÉS ISOLANTES DU MINIUM

On a souvent remarqué, en télégraphie, que les tuyaux à gaz ne conduisent point parfaitement le courant électrique et que leur fonctionnement, là où on les emploie comme fils de terre, laisse à désirer. On a en outre noté que la foudre, en frappant un bâtiment, ne suit point d'ordinaire les conduites de gaz, mais prend de préférence d'autres voies pour se rendre à la terre. D'autre part, lors de l'exécution de travaux d'agrandissement effectués dans le bureau télégraphique de Brême, en 1894, on avait constaté qu'un support en fer, enduit de minium et installé depuis dix-huit ans déjà, se trouvait absolument isolé de la terre, au point qu'un galvanomètre sensible n'accusait pas la moindre déviation, même sous des tensions de 150 volts.

Ce dernier fait, rapproché des phénomènes que nous avons relatés plus haut, a amené M. Hackethal, directeur des télégraphes à Hanovre, à supposer que, avec le temps et dans certaines conditions, le minium pouvait acquérir un pouvoir isolant suffisant pour résister à de hautes tensions, telles que celles résultant des décharges atmosphériques.

La pâte de minium se compose, comme on le sait, d'un mélange de minium et d'huile de lin.

C'est le seul corps que l'on connaisse, capable de calfater hermétiquement les obturateurs soumis à une forte pression et destinés à empêcher le passage de l'air, du gaz et de l'eau; en outre, il trouve un emploi fréquent dans la céramique comme dans la fabrication des accumulateurs électriques, surtout pour protéger les parties métalliques contre l'oxydation. Il s'attache très facilement sur les surfaces rugueuses et durcit, dans un laps de temps relativement court, sous l'influence de l'air; par contre, dans les pièces filetées et non exposées à l'air ainsi que sur les surfaces lisses, notamment sur les fils de cuivre et de bronze, il ne durcit que très difficilement.

Des essais pratiqués par M. Hacketal ont démontré que, en appliquant du minium sur des substances fibreuses l'on peut obtenir une enveloppe isolante, solide et résistant aux intempéries, capable de remplacer souvent la gutta-percha et de protéger de façon durable les conducteurs aériens. Pour arriver à ce résultat, M. Hackethal prend des matières végétales fibreuses d'une espèce quelconque, les applique en forme de tissu sur le conducteur qu'il s'agit d'isoler et les imprègne d'un mélange d'huile et de minium. Il applique ce mélange, composé de quatre à cinq parties de minium pour une partie d'huile de lin, soit à froid, soit à chaud, au moyen d'un simple trempage. A partir de ce moment et tant que l'oxydation de l'huile de lin n'est pas complète, on peut encore augmenter, par compression, la quantité de pâte de minium déposée et, par suite, la résistance d'isolement.

Chacun des trois corps employés, la fibre textile, l'huile et le minium, possède un certain pouvoir isolant, mais sans pouvoir donner, à lui seul, un résultat pratique. En outre, le minium récemment mélangé à l'huile de lin ne présente pas un pouvoir isolant bien élevé. C'est seulement quand les deux corps se sont oxydés au contact de l'air, c'est-à-dire lorsque l'huile de lin s'est combinée à l'oxygène et à l'oxyde de plomb, que l'on obtient ce nouveau produit, affectant l'apparence du caoutchouc et ayant une résistance d'isolement de plus de 100 000 mégohms par cm^2, avec toutes les autres qualités favorables à l'isolement.

On accélère considérablement l'oxydation en faisant pénétrer la pâte de minium dans les pores de la matière fibreuse et en la laissant durcir sous l'action de l'air. Le tissu ainsi imprégné perd complètement ses propriétés hygroscopiques et devient un isolant égal au caoutchouc; en outre, il acquiert une fermeté et une résistance mécanique telle que ni l'humidité, ni le froid, ni la chaleur ne l'influencent d'une manière préjudiciable, dans le cadre des limites extrêmes des variations atmosphériques ordinaires.

On obtient le même résultat en appliquant sur un fil métallique une couche de minium, laquelle acquiert bientôt la dureté et donne la résistance d'isolement nécessaire; on aumente encore l'isolement déjà obtenu au moyen d'un tissu imprégné lui-même de minium.

On a voulu déterminer comment un pareil fil pouvait se comporter sous l'action de vapeurs acides. A cet effet, le 9 février 1900, on a suspendu dans une usine de Hanovre, de manière qu'ils fussent simultanément et également exposés à l'influence des vapeurs de chlore, deux fils de bronze de 1,5 mm de diamètre, l'un nu et l'autre protégé par une couche de minium. Le 12 mars suivant, le fil nu était déjà entièrement rongé, alors que le fil isolé se trouvait encore être, à la date du 12 septembre, absolument indemne.

Comme on le voit, le minium peut rendre de grands services, comme corps isolant, dans les applications électrotechniques.

G.

(*Electro-Techniker*, de Vienne.)

CONGRÈS DU SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Le 15 juin avait lieu à la salle des Ingénieurs civils, 19, rue Blanche, le Congrès des membres du Syndicat professionnel des usines d'électricité, sous la présidence de M. Ferdinand Meyer, assisté du bureau du Syndicat.

Les questions ci-après ont été traitées cette année, après diverses communications relatives aux sujets examinés dans le Congrès de 1900 :

Les moteurs à gaz pauvre, par M. Deschamps.

Les moteurs à alcool, par M. Hérard.

Les turbines à plusieurs distributions, par M. Brillouin.

Les appareils de mesure et compteurs, par M. Roux.

Les canalisations, supports et isolateurs, par M. Fontaine.

Les applications médicales de l'électricité, par M. Brillouin.

Les nouveaux types de lampes électriques, par M. Fontaine.

Les applications de l'électricité dans l'industrie, par M. Derry.

Ces intéressantes communications seront publiées *in extenso*, d'après le compte-rendu sténographique, dans le *Bulletin des usines électriques*,

Le soir, le Syndicat offrait, chez Ledoyen, un banquet sous la présidence de M. Mougeot, sous-secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes, aux principales personnalités de la haute administration et du monde des sciences.

Au moment des toast, M. F. Meyer a retracé magistralement les étapes successives du développement de l'électricité en France depuis 1889. Il a constaté combien il y avait encore à faire pour ui donner un état civil acceptable. Il a insisté pour que cette initiative vint du gouvernement, de manière à permettre d'aboutir plus rapidement. Il a terminé en levant son verre à la santé du président du banquet et des invités du Syndicat.

Dans sa réponse, M. Mougeot, sous-secrétaire d'Etat, a insisté sur les fruits féconds que doit donner une saine association du capital et du travail. Il a cité comme exemple du développement rapide de l'électricité, les considérables accroissements des communications téléphoniques interurbaines. Il a assuré le Syndicat des usines électriques du bienveillant appui du gouvernement pour les projets de loi à l'étude.

M. le Sous-Secrétaire d'État a ensuite proclamé, au nom de M. le Ministre de l'instruction publique, la nomination, comme officiers d'Académie, de M. Thévenar, ingénieur de la Compagnie continentale Edison, directeur de l'usine électrique du Palais-Royal, et de M. Derry, directeur de l'usine électrique de Nantes.

Il a ensuite distribué les médailles aux ouvriers les plus méritants proposés par le Syndicat, notamment à MM. Desdouitils, Auvray, Monnerot, Molès, Martin.

A l'issue du banquet, M. Hospitalier a fait la démonstration, appareil en main, de l'ondographe, destiné à l'étude des courants alternatifs, qui a obtenu le plus vif succès.

Le lendemain, les congressistes se sont réunis à Fontainebleau, sous la direction de M. Kœchlin, administrateur délégué de la Compagnie de traction par trolley automoteur, et de M. Guyon, pour assister officiellement à la mise en service des omnibus à trolley automoteur, transport automobile sur route, système Lombard-Gerin. La ligne avait été reçue officiellement entre Fontainebleau et Samois depuis la veille. Ces essais ont parfaitement réussi en terrain varié, avec des pentes, des rampes et ont démontré à tous d'une manière frappante le côté pratique et l'économie du système ainsi réalisé.

Les congressistes se sont séparés en se donnant rendez-vous à l'année prochaine pour étudier et constater les nouveaux et intéressants progrès qui se trouveront réalisés d'ici là.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 17 MAI 1901. — A propos de la récente note de M. Morize, *Sur des méthodes propres à déterminer la vitesse des rayons X*, M. Bernard Brunhes fait remarquer que ces méthodes ne sauraient permettre de mesurer que des vitesses de beaucoup inférieures à la vitesse de la lumière.

***Sur une pile électrique à dépolarisant spontanément régénérable par réoxydation directe à l'air*; par M. Georges Rosset. — Le dépolarisant de cette pile, réduit par l'hydrogène de dépolarisation, vient se réoxyder à l'air par la surface de la pile, pendant son fonctionnement même et sans nécessiter aucune manipulation : ce dépolarisant, qui se régénère ainsi spontanément par réoxydation directe à l'air, est donc inusable. Il est constitué par du cuprate d'ammonium qui, réduit dans la pile, devient du cuprite; celui-ci, à l'air, est ramené à l'état de cuprate, et le dépolarisant se trouve ainsi spontanément régénéré. Il est intéressant de noter que le cuprite lui-même est un oxydant et peut dépolariser au besoin en déposant sur le pôle positif (charbon) du cuivre métallique très bon conducteur : lors d'un repos, ce cuivre se redissout et reforme fina-**

lement le cuprate primitif. La solution excitatrice, étant à base de chlorure d'ammonium, fournit de l'ammoniaque au pôle positif pendant le fonctionnement, ce qui compense les pertes inévitables du dépolarisant en ammoniaque. La diffusion du dépolarisant est évitée par l'emploi d'une membrane colloïdale semi-perméable de ferrocyanure de cuivre obtenue par voie de précipitation chimique dans l'épaisseur de la cloison poreuse. Grâce à l'ammoniaque libre du dépolarisant, dans laquelle le ferrocyanure de cuivre est soluble, cette membrane, toujours récemment reprécipitée, se trouve entretenue à l'état colloïdal et reste ainsi semi-perméable.

D'après les essais officiels du Laboratoire central d'Électricité, faits en décharge continue sur 10 ohms, la variation dans l'intensité est de moins de un milliampère par 24 heures, pendant un mois mois qu'à duré l'essai. Cette variation est d'ailleurs très continne. La constance de cette pile est donc remarquable. L'usure du zinc est extrêmement régulière : le crayon de zinc devient un véritable fil. Le renouvellement du zinc et de la solution excitatrice rend à la pile son énergie première : la courbe reprend la même allure, un milliampère au-dessous de la premiére. Ce fait démontre l'inusabilité du dépolarisant.

En bouchant le trou de respiration du dépolarisant, la force électromotrice et le débit baissent plus rapidement que d'ordinaire, et remontent quand on donne de nouveau accès à l'air.

On remarquera que les deux états d'oxydation, cuprate et cuprite, sont obtenus dissous, condition indispensable à ces réactions successives de réduction et de réoxydation à l'air; que ces deux états sont de puissants oxydants presque équivalents; que les produits de la réduction, même jusqu'à l'état métallique, reviennent toujours à l'air à leur état primitif de maximum d'oxydation; que la solution excitatrice peut compenser au fur et à mesure les pertes inévitables du dépolarisant en ammoniaque; qu'enfin la composition même du dépolarisant permet d'entretenir la membrane semi-perméable, qui doit en éviter la diffusion, à l'état colloïdal convenable. Il y a là un concours de circonstances qui font du cuprate d'ammonium une solution particulièrement heureuse de ce problème si intéressant : dépolariser par l'oxygène de l'air, au moyen d'un intermédiaire chimique, et constituer par suite un dépolarisant inusable.

Sur un nouveau galvanomètre parfaitement astatique, par M. G. Lippmann. — Au lieu d'employer deux aiguilles aimantées *astatisées* l'une par l'autre, M. Lippmann n'emploie qu'une seule aiguille demeurant invariablement dans le plan du méridien magnétique. Le courant à mesurer passe dans deux bobines d'axe commun qui entourent respectivement les pôles de l'aiguille aimantée et agissent dans le même sens, l'une repoussant, l'autre attirant l'aiguille. Un fil de cocon porte l'aiguille; il est attaché au levier d'une balance de torsion. Au moyen du tambour torseur de cette balance, on a réglé l'axe de la balance perpendiculaire à l'axe de l'aiguille. Quand le courant agit, l'aiguille se déplace parallèlement à elle-même et la Terre ne tend pas à déplacer l'aiguille; la seule directrice est celle de la torsion de la balance (1). Malgré l'emploi d'un fil de cocon, le modèle présenté par M. Lippmann est très maniable. La durée d'oscillation est d'environ une minute et l'amortissememement est complet après trois oscillations. La sensibilité est proportionnelle à la longueur du bras de levier de la balance de torsion. Il faut prendre une aiguille fortement aimantée et pas trop légère. La sensibilité paraît comparable à celle d'un galvanomètre Thomson. L'amortissement devient très grand quand le galvanomètre est fermé sur lui-même. L'appareil, facile à construire, est d'un emploi commode : l'orientation de l'aiguille aimantée est bien fixe, tandis que les systèmes qui sont seulement astatiques *par compensation* ont une orientation essentiellement variable.

M. Pellat dit que cette variation du zéro s'observe en effet, fréquemment avec les galvanomètres Thomson à aimant directeur.

M. Broca dit qu'avec le système à deux aiguilles verticales de M. P. Weiss, formant un circuit magnétique complètement fermé, on a un zéro très fixe. Il rappelle les excellents résultats qu'il a obtenus au moyen d'un équipage à points conséquents; l'avantage sur le galvanomètre de M. Lippmann est que ces équipages sont insensibles à l'action d'un champ uniforme et même encore à l'action d'un changement uniformément varié du champ.

NOTES ANGLAISES

(DE NOTRE CORRESPONDANT SPÉCIAL)

Londres, 30 juin.

La Société de Physique de Londres. — La dernière réunion de cette société a été exclusivement consacrée à divers travaux sur l'électricité et relatifs surtout aux diélectriques et à l'isolement. Le professeur Fleming donne lecture de deux rapports présentés par M. W. Ashton. Le premier parle de la résistance des diélectriques et de l'effet d'une force électromotrice alternative sur les propriétés d'isolation du caoutchouc. M. Ashton, paraît-il, a obtenu, à la suite d'expériences personnelles, des formules déterminant les courants de charge et de décharge d'un condensateur muni d'un diélectrique en caoutchouc. Il a dressé des courbes représentant les différences variées de potentiel montrant que les propriétés du caoutchouc augmentent par l'application de forces électromotrices alternatives élevées. Le second rapport est relatif à l'électrisation des diélectriques par des moyens mécaniques. Ces procédés sont décrits et il semble que la polarisation d'un diélectrique étant ainsi produite, certaines parties de l'énergie mécanique dépensée dans la fabrication du caoutchouc se retrouve dans le diélectrique sous la forme d'énergie électrique. Dans cette séance, on a également pu voir un

(1) M. Lippmann montre que son galvanomètre est nettement différent de ceux qui sont dus à A. C. Becquerel. La balance électromagnétique de A. C. Becquerel est environ 10 000 fois moins sensible que le galvanomètre astatique de M. Lippmann.



appareil représentatif du mode d'agir des diélectriques, cet appareil a été présenté par MM. Fleming et Ashton. Une courte discussion sur différents sujets connexes a suivi; y ont pris part le professeur S. Thompson, le président E. Ayrton.

***

Les Ingénieurs électriciens municipaux en Angleterre. — Ainsi que nous l'avons déjà annoncé dans ces colonnes, le Congrès annuel de l'Association des électriciens municipaux s'est ouvert à Glasgow le vendredi 19 juin. Le programme renferme un certain nombre de sujets de nature essentiellement pratique Le discours présidentiel a été prononcé par M. Chamen; il a été suivi d'un discours de M. Rider (que nous avons vu comme ingénieur municipal dans les affaires de tramways de Londres) sur les retours non isolés dans une distribution de traction électrique. M. Bailie Maclay, membre de la Commission d'électricité de la municipalité de Glasgow, a discuté l'éclairage électrique des rues. Puis, étant donné que l'introduction des voitures électriques à trolley dans les grandes villes d'Angleterre, et particulièrement à Glasgow, a provoqué un grand nombre d'accidents de peu d'importance, il est vrai, mais qui excite l'attention du public, M. C. Fell a présenté un travail sur le freinage des tramways électriques. M. Fell est fort compétent en la matière par suite de l'expérience pratique qu'il a acquis à Sheffield comme ingénieur électricien de la traction où il a doté les tramways de ces districts accidentés de freins puissants. Puis les prix et tarifs d'une station mixte d'éclairage et de traction ont fait l'objet d'un travail de M. Tittensor de Dundee, sujet qui soulève bien des difficultés et des hésitations dans l'esprit des ingénieurs qui ont à diriger une exploitation mixte de ce genre et qui ont besoin de connaitre la manière d'obtenir de bons résultats dans les deux entreprises. Les ingénieurs municipaux doivent encore consacrer leur attention au fonctionnement des incinérateurs de gadoues faisant partie d'un matériel générateur, mais il semble assez généralement reconnu qu'il est sage de ne les envisager d'abord que comme une mesure hygiénique et de placer en seconde ligne l'économie que ces incinérateurs peuvent apporter dans la production de la vapeur. M. J. S. Highfield qui dirige avec succès une station mixte de cette espèce à Saint-Helens a présenté un travail sur ce sujet. Enfin, M. R. A. Chattock présente un rapport sur les modes et procédés de transports et de manutention du charbon dans une station génératrice d'électricité. Cette question mérite d'attirer l'attention, car elle est des plus importantes et fait intimement partie de l'installation et influe sur les résultats à obtenir.

Le programme du Congrès renfermait également une visite aux stations municipales d'éclairage et de traction de Glasgow que nous décrirons dans l'un des numéros prochains ainsi qu'une visite à Edimbourg où se trouve de très importantes stations d'électricité.

***

L'Institution anglaise des ingénieurs électriciens. — L'Institution a procédé à la distribution des récompenses et prix accordés aux auteurs des travaux présentés pendant la deuxième session. Un prix de 25 livres a été donné à M. Mervyn O'Gorman pour son travail sur l'isolement des câbles; le prix de 10 livres de l'Exposition d'électricité de Paris à M. Duddell pour son rapport sur les rapides variations du courant à travers un arc à courant continu. Le prix Fahie de 10 livres a été attribué à M. Eborall pour ses notes sur le matériel d'une sous-station à courants polyphasés. Un autre prix de 10 livres a été donné à M. Highfield pour son travail sur les batteries d'accumulateurs dans les stations génératrices. Enfin des récompenses de 5 livres chacune ont été distribuées à M. Field, auteur d'une méthode de compensation pour chute de tension dans les feeders, à M. Wyld pour son rapport sur les moteurs polyphasés dans les ateliers; à M. Ralph, pour « la commande électrique des machines-outils et ses avantages », à M. Holden, pour son étude sur les compteurs d'énergie. Un certain nombre d'étudiants qui avaient été envoyés à l'Exposition de Paris. ont également reçu des récompenses pour les rapports qu'ils avaient préparés sur les appareils électriques exposés. Nous avons analysé la plupart de ces travaux dans nos correspondances de l'année, nous n'y reviendrons donc pas.

***

La Compagnie Castner Kellner Alkali. — Le président de cette Compagnie, M. W. Mather, a détaillé l'autre jour aux actionnaires quelques-unes des difficultés que l'on doit actuellement surmonter. En décembre, la situation était très encourageante et la production fort considérable. Mais cette année, un changement important, dans la vente de la soude, a influé sur la production de l'usine; ce changement a été très subit et tout à fait inattendu, de sorte que la Compagnie a été obligée de diminuer sa fabrication, et malgré cela, son stock a augmenté. La Compagnie a également à souffrir des nouvelles usines de sodium installées à Weston Point. Les bénéfices ont aussi diminué, à cause de l'augmentation du prix du charbon et des matières premières (soit 11 000 livres de différence); puis la continuation de la guerre dans l'Afrique du Sud n'a pas été sans influencer le marché, à cause de la soude qui est employée dans le travail des mines d'or.

***

Le chemin de fer Metropolitan District. — Les actionnaires de ce chemin de fer se sont réunis cette semaine, et ont passé un arrangement avec leur Compagnie et celle du Metropolitan District Electric Traction, qui, nouvellement formée, s'occupe de la conversion des lignes en traction électrique. Cette question, qui a été le sujet de fréquentes discussions depuis un an ou deux, a pour but une entreprise très importante, puisque l'on doit transformer en souterrain le genre de traction sans interrompre le service. Nous devons citer, à ce sujet, la déclaration faite par M. Stants Forbes, le président, à la réunion susdite. Cette déclaration comprend deux parties distinctes, l'une se rapportant à la station génératrice, l'autre à la transformation de la voie. Cette station sera édifiée par les deux compagnies, qui choisiront les maisons

de construction; on devra l'établir avec toute l'économie possible, et les prix devront être arrêtés d'avance. La Compagnie est autorisée à augmenter son capital de 500 000 livres et de créer un stock d'actions s'élevant, au total, à 166 000 livres. Les marchés passés pour la fourniture du matériel électrique de la voie seront complètement distincts de ceux de la station génératrice.

***

Les volontaires électriciens anglais. — Il y a environ cinq ans que l'on a mis à exécution le projet de former un corps d'ingénieurs électriciens. Depuis cette époque, ce corps a été soumis à des autorités prises dans des corps différents pour les travaux à exécuter. Le service actif qu'ils ont effectué dans l'Afrique du Sud-Est a provoqué de nouveaux engagements fort nombreux. Mais ce qu'il est intéressant de mentionner aujourd'hui, c'est l'établissement d'un quartier général spécial à ce corps et situé à Regency street, Westminster. La cérémonie d'inauguration de ces nouveaux bâtiments a été présidée, le 1er juin, par lord Kelvin, colonel honoraire. Environ 100 hommes sont actuellement encore dans l'Afrique du Sud; nous avons parlé, dans ces colonnes, des nombreux travaux qu'y avaient accomplis leurs prédécesseurs.

***

Le traitement par bains électrothermiques devant les tribunaux anglais. — Un cas étrange a attiré l'attention des tribunaux de Londres dans le cours de cette semaine. Une dame Gwynne réclamait à la compagnie médicale Electro-Thermic Generator 1000 livres de dommages et intérêts pour blessure causée à elle par les employés qui étaient chargés de lui donner des bains électriques. Le système employé est connu sous le nom de traitement Greville et consiste dans l'application d'une chaleur intense sur diverses parties du corps, qui est enveloppé pour cela dans une sorte de cylindre. La chaleur développée par l'énergie électrique atteint quelquefois, dans ce cas, de 148° C à 204° C. Mme Gwynne se faisait traiter pour une maladie de la colonne vertébrale. Elle alléguait qu'elle n'avait pas été soignée convenablement, et que, par l'absence de certaines précautions, elle avait été très fortement brûlée. Après avoir entendu bon nombre de témoins et de médecins, le jury donna raison à Mme Gwynne, mais lui alloua simplement 1 forthing (2,5 centimes) de dommages et intérêts !

***

L'éclairage électrique en Angleterre. — Une station municipale d'éclairage, qui est destinée à alimenter très prochainement un réseau de tramways, vient d'être inaugurée aux environs de Londres Elle comprend trois chaudières tubulaires Babcok et Wilcox; un groupe électrogène de 75 kw, deux de 200 kw, avec moteurs Willans et dynamos Bruce Peebles et Ce; quatre moteurs générateurs pour la charge d'une importante batterie d'accumulateurs E. P. S. ; les feeders de distribution sont du type Callender. L'éclairage des rues se compose de 67 lampes à arc, chaque reverbère supportant en outre deux lampes à incandescence pour l'éclairage après minuit. Les dépenses d'installation se sont élevées à 30 000 livres.

La corporation de Birkenhead vient de voter 40 000 livres pour une extension de son éclairage électrique.

M. Chamen, ingénieur municipal, a démontré à la corporation de Glasgow qu'afin de réaliser des bénéfices et de couvrir les dépenses récemment faites, il était nécessaire de vendre 9 millions d'unités pendant l'année. La vente avait été de 6 millions l'année dernière, mais le capital engagé a été de beaucoup augmenté, et les charges venant à croître proportionnellement, il est, par suite, indispensable que les affaires progressent d'autant.

***

Les stations centrales en Angleterre. — L'une des compagnies qui ont pris une part des plus importantes à l'introduction des grandes stations centrales, en Angleterre, est la Electric Power Distribution Ce Ses directeurs reconnaissent que le jour des petites stations est bien près de prendre fin, et que l'avenir appartient uniquement aux très grandes stations alimentant un certain nombre de villes et comprenant une entreprise unique. C'est ainsi que la Compagnie a agi pour son propre compte, mais on ne constate guère encore que deux stations de ce type prêtes à fonctionner. Malgré cela, les opérations ont déjà commencé, et il en est résulté un bénéfice net de 15 000 livres pour l'année passée. Une partie de cette somme a été distribuée en dividendes aux actionnaires; le reste a constitué un fonds de réserve.

CHRONIQUE

La téléphonie aux Etats-Unis.

La Compagnie américaine « Bell Telephone » vient de publier, sur son exploitation en 1900, un rapport dans lequel nous relevons les renseignements suivants :

A la fin de 1900, les téléphones mis par la Compagnie à la disposition du public étaient au nombre de 1 952 412, soit, sur 1899, une augmentation de 372 311 Quant aux conducteurs, ils avaient un développement total de 2 180 265 km (+ 543 254 km); ils se divisaient comme il suit :

Conducteurs	placés sur des poteaux.	1 010 915 km
—	placés sur des immeubles.	27 101 »
—	souterrains.	1 135 483 »
—	sous-fluviaux.	6 767 »

Tout ce réseau était desservi par 1348 (+ 109) centraux principaux et 1 427 (+ 240) centraux auxiliaires, ainsi que par 800 889 (+ 167 934) postes d'abonnés.

Les conversations échangées en 1899 ont atteint le chiffre de 1 825 millions.

Le service des communications à grandes distances s'effectue au moyen d'un réseau de 20 007 km de lignes et 269 530 km de conducteurs, lequel relie 359 centraux avec 697 674 postes d'abonnés. De ces

derniers, 62,81 0/0 sont pourvus de doubles conducteurs.

La Compagnie a affecté, en 1900, une somme de 163 863 375 fr à des constructions nouvelles; ses dépenses du même chef, depuis sa fondation, se chiffrent par 834 491 250 fr.

Le rapport dont nous venons d'indiquer les principales données, fait remarquer que l'Europe tout entière ne compte qu'environ 760 000 abonnés au téléphone, tandis que la Compagnie américaine « Bell Telephone », à elle seule, en dessert plus de 800 000.

G.

Electrode de charbon pour éléments de pile.

M. Charles John Reed a obtenu, de la manière suivante, une électrode en charbon peu coûteuse, légère, mince, flexible, durable et d'une minime résistance électrique. Il échaufle une mince lame d'étain, de laiton ou d'un autre métal et il la plonge dans du vernis ou encore il l'enduit de vernis au moyen d'une brosse, de manière qu'aucun point du métal ne demeure à découvert et qu'il ne reste aucune bulle d'air adhérente. Il faut que le vernis soit visqueux et qu'il ne se détache pas quand on courbe la lame métallique. On compose ensuite un mélange de 4 parties d'asphalte, 2 parties de résine et 1 partie de poix auquel on peut ajouter une petite quantité de cire japonaise, de cire d'abeille ou de paraffine. On échauffe le corps isolant ainsi obtenu et on y ajoute du charbon ou du coke en poudre suffisamment fine dans la proportion de 4 : 1, de manière que chaque grain de charbon se trouve complètement imbibé sans offrir un isolement complet. On applique ce mélange, par exemple au moyen d'un rouleau, sur la lame vernissée, en sorte que le charbon entre en contact intime avec le métal. On peut n'appliquer du charbon que sur une seule face de la lame métallique. Quant aux rebords de l'électrode, on les enduit d'un isolant.

G.

Un nouvel élément galvanique pour la télégraphie militaire.

La « Kriegstechnische Zeitschrift » de Berlin nous apprend que MM. Hertel et Cie viennent de construire un nouvel élément galvanique destiné à trouver son emploi dans la télégraphie militaire. Cet élément se compose d'un vase en tôle émaillée de 17,5 cm de hauteur sur 7,5 cm diamètre, ainsi que de deux électrodes, l'une en zinc et l'autre en charbon, qui plongent dans une lessive caustique épaisse. Dans l'électrode en charbon se trouve encastrée une lame de cuivre perforee et affectant la forme d'une croix. Par suite, la résistance intérieure du nouvel élément est très faible : elle ne s'élève qu'à 0,01 ohm, alors que la tension est de 1,2 à 1,5 volt et que l'intensité du courant, en cas de court-circuit, atteint jusqu'à 25 ampères. Avec des fermetures et des ouvertures de circuit produites automatiquement et chacune d'une durée de 1 minute, l'élément étant mis sur une résistance extérieure de 5 ohms, les constatations officielles effectuées au bout de 80 jours de fonctionnement ont donné les résultats suivants :

	Élément Gassner.	Thor.	Hertel.
Différence de potentiel aux bornes de la résistance. .	0 6	0,15	0,65 volt
Résistance intérieure . . .	0,3	1,8	0,02 ohm

MM. Hertel et Cie préparent des éléments humides dits du type de l'artillerie, dont l'électrode zinc est faite d'une feuille mince qui pénètre facilement dans toutes les parties intérieures accessibles de l'élément. Une pareille électrode suffit pour un débit total de 30 ampères-heure. Le vase en fer est pourvu d'un système de fermeture semblable à celui, bien connu, employé pour les canettes de bière; l'électrode en charbon porte un couvercle. Chaque élément livré est accompagné d'une capsule en plomb remplie d'électrolyte sec. L'élément portatif de MM. Hertel et Cie se prête également au service avec courant continu, surtout lorsque, au moyen du raccordement avec l'une ou l'autre série d'une batterie, on lui donne de temps en temps la possibilité de se dépolariser. Les expériences officielles ont démontré que dix de ces petits éléments suffiraient pour faire fonctionner, durant trois semaines, deux appareils Morse installés sur un fil à courant continu, lequel accusait une résistance totale de 600 ohms, et assurait un service très restreint — ce qui revient à dire que ce fil exigeait une assez grande quantité d'énergie électrique.

G.

Un nouveau procédé pour l'obtention de fils électriques parfaitement isolés.

La Société *Allgemeine Elektricitæts* de Berlin vient de faire breveter un nouveau procédé pour la fabrication de conducteurs métalliques qui, recouverts d'une enveloppe de verre ou d'émail, offrent des propriétés isolantes remarquables. Aujourd'hui que la transmission électrique de l'énergie est l'objet d'application de plus en plus nombreuses que toutes les villes et même des régions entières se couvrent de réseaux souterrains et aériens, les pertes d'énergie qui résultent d'un isolement encore insuffisant se traduisent par des chiffres considérables.

Ces pertes, qu'elles se produisent dans l'air ou dans le sol, sont une des causes, et non des moindres, de l'élévation du prix de revient actuel de l'énergie électrique. Aussi une nouvelle invention qui permettrait d'isoler complètement les conducteurs électriques n'intéresse pas seulement la science; elle a encore une portée considérable pour l'industrie On peut donc prévoir que l'application du procédé de la Société *Allgemeine Elektricitæts* entrainera un abaissement important dans les tarifs d'électricité aujourd'hui pratiqués, à condition naturellement que le nouveau fil puisse s'obtenir à bon marché. On fabrique ce conducteur en introduisant, dans un tube en verre ou en émail échauffé du métal en fusion, et en étirant ce métal, ainsi que l'enveloppe isolante, de manière à donner au tout la forme d'un fil. Pour empêcher l'oxydation du métal à l'intérieur du tube, ainsi que toute solution de continuité de la partie métallique, on introduit en outre dans ce tube un gaz inerte, tel que l'acide carbonique. Le nouveau conducteur

isolé ainsi obtenu permettra sans doute de transporter les courants à haute tension, sur de longs parcours, sans perte appréciable. — G.

-oo-

Exposition annuelle de l'Institut américain des ingénieurs électriciens.

Elle a eu lieu en mai dernier, dans les bâtiments de Colombia Université, à New-York. De sorte que toutes facilités étaient données aux exposants pour disposer de l'éclairage et de la force motrice nécessaire; la station leur fournissait à leur gré du courant continu, alternatif simple ou polyphasé. Aussi l'exposition a-t-elle été particulièrement brillante cette année, et le flot de visiteurs qui s'y pressait chaque soir pouvait admirer à l'aise les merveilles électriques exposées et les illuminations sans précédent qui étincelaient partout. Déjà, la station centrale, dans les sous-sols, offrait un intérêt tout spécial, et tous les instruments de mesure qui y étaient groupés montraient que les étudiants de l'Université se tenaient au courant des progrès incessants de l'électricité.

Une salle, au premier, attirait une foule considérable par le bruit de crépitements et par les lueurs qui sans cesse s'en échappaient. C'était le nouvel appareil du professeur Elihu Thomson, une combinaison de dynamo et de machine électrostatique. La particularité de cette combinaison est que, au moyen d'un courant à basse tension, transformé en courant alternatif à haute tension, on obtient, dans une machine à condensateur, des décharges à 150 000 volts entre les boules des électrodes Plus loin, les tubes focus et les appareils de radiographie, qui obtiennent partout le même succès, étaient très entourés. La télégraphie sans fil, populaire également aux Etats-Unis, puisqu'elle est adoptée par la marine de guerre depuis l'année dernière, avait sa place largement marquée. Dans une autre salle, M. Louis Otto montrait aux ingénieurs compétents son ohmmètre à l'aide duquel on obtient la mesure directe des résistances électriques, depuis 10 000 jusqu'à 10 000 000 ohms. Il exposait également un four électrique qui consistait en cylindres de terre cuite munie d'enroulements de fils de platine; il y a quatre circuits, de manière que la résistance augmente avec la chaleur, les circuits étant groupés de série en parallèle.

Dans une salle spéciale, M. H. Palmer faisait fonctionner son télégraphe transcripteur, à l'aide duquel il peut transmettre à distance, écriture à la main, dessins et peintures quelconques. Pour la transmission, le dessin ou la peinture est agrandie, puis réduite photographiquement à la réception. Cet agrandissement permet d'obtenir une plus grande surface de contact pour le stylet de transmission. Des expériences ont été réalisées sur place et excitaient un grand enthousiasme, lorsqu'on vit apparaitre sur l'écran du récepteur les traits du président Harper, de l'Université de Chicago, transmis sur une distance de 900 milles par les lignes télégraphiques; immédiatement on renvoya comme remerciement, par la même voie, le portrait du président de l'Université de Colombia, M. Seth Low.

Notre confrère, *Engineering*, nous fait remarquer l'empressement et la curiosité qui animaient les visiteurs au sujet des appareils téléphoniques du professeur Pupin; chacun voulait voir les bobines, les condensateurs, les fils, tout cet ensemble enfin qui a donné à la fois au jeune électricien fortune et gloire, « mais bien peu de ces passants, ajoute-t-il, pensaient aux patientes et longues recherches que le professeur Pupin a dû accomplir avant d'offrir au monde la solution complète, mathématique et pratique, du problème si difficile de la téléphonie à grande distance ».

Le lion de la soirée fut, paraît-il, M. Nikola Tesla, qui devait faire une conférence accompagnée d'expériences dans la magnifique salle de conférences de l'Université; bien avant l'heure fixée, une foule faisait queue à la porte de l'auditorium, et l'on réclamait à grands cris « le sorcier », comme l'appellent les Américains; on voulait voir et juger par soi-même de ses fameuses tentatives pour la transmission de l'énergie à travers l'espace. Aussitôt qu'il apparut, des tonnerres d'applaudissements le saluèrent, puis nouvelle salve non moins bruyante en l'honneur d'un autre « grand sorcier », comme le qualifie *Engineering*, irrespectueusement : c'était Thomas-A. Edison qui entrait.

Tesla commença donc ses expériences et se plaça dans le champ d'un oscillateur puissant; il montra tous les curieux effets que l'on connait maintenant et que nous ne répéterons pas ici d'illumination à distance. « Edison lui-même, dit *Engineering*, était profondément impressionné, et l'on vit avec émotion le sorcier de Menlo Park aller serrer la main au sorcier de New-York et le féliciter du caractère grandiose de ses expériences. » — D.

-oo-

Tissus imperméables et incombustibles.

MM. Schlomanu et de Castro viennent de faire breveter un procédé grâce auquel des tissus de toutes sortes peuvent être rendus imperméables, incombustibles et même, dit-on, indestructibles. Voici en quoi consiste ce procédé.

Le tissu à traiter est plongé pendant un temps convenable dans une solution d'un sulfate métallique (cuivre, zinc, nickel ou autre); en pratique, la solution qui donne les résultats les plus satisfaisants est composée de 1 partie de sulfate de nickel et 1 d'ammoniaque dans 10 parties d'eau.

Le tissu étant bien imprégné, on le fait passer entre deux rouleaux qui chassent l'excès de liquide et qui sont réunis aux deux pôles d'une dynamo. Il résulte de cette opération que l'étoffe est comprimée d'une part, et que d'autre part ses fils se recouvrent par électrolyse d'un dépôt métallique extrêmement mince.

Cette sorte d'enveloppe en métal rend l'étoffe incombustible et insensible aux diverses influences de la température. Si, d'ailleurs, le tissu est par lui-même suffisamment épais, il devient, après avoir subi le traitement indiqué, absolument imperméable à l'eau. — F.

L'Éditeur-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXI

Académie des Sciences et Sociétés savantes.

Accumulateurs.

Appareillage.

Applications diverses.

Art militaire.

Automobilisme.

Bibliographie.

Câbles sous-marins.

Canalisations.

Chauffage.

Chemins de fer.

Commande électrique.

Correspondance.

Dynamos et moteurs.

Éclairage.

Électricité atmosphérique. — Magnétisme terrestre.

Électricité générale et recherches expérimentales.

Électrochimie. — Électrométallurgie.

Électrothérapie. — Électrophysiologie.

Etablissements électrotechniques. Ecoles et Laboratoires.

Expositions et Congrès.

Force motrice.

Industrie.

Jurisprudence. — Lois et règlements.

Lampes.

Marine.

Mesures.

Nécrologie.

Piles.

Stations centrales.

Télégraphie.

Téléphonie.

Traction.

Transformateurs.

Transport de l'énergie.

Variétés.

Errata.

Numéro du 5 janvier, p. 10 et 11. — Retourner les figures 7 et 8.

Numéro du 30 mars, p. 202, dernière ligne. — Il faut lire : *le rendement industriel était supérieur de* 0,75 0/0 *au lieu de* 0,45 0/0.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.



